

#2 10/1/01  
I.D.S. t.b

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yoshiki KIDA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: EXPOSURE APPARATUS, SURFACE POSITION ADJUSTMENT UNIT, MASK, AND DEVICE  
MANUFACTURING METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

4 ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

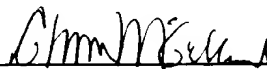
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-207055	July 07, 2000
JAPAN	2000-235319	August 03, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124



22850

Tel (703) 413-3000  
Fax (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-207055

出 願 人

Applicant(s):

株式会社ニコン

2001年 4月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3033541

【書類名】 特許願

【整理番号】 00-00732

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 木田 佳己

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 宮井 恒夫

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

【識別番号】 100102901

【弁理士】

【氏名又は名称】 立石 篤司

【電話番号】 042-739-6625

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053132

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置、面位置調整装置、マスク、及びデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エネルギービームにより基板を露光して所定のパターンを前記基板上に形成する露光装置であって、

スキャン露光装置における前記基板上の一つの区画領域を、マスクと前記基板とをほぼ静止した状態で、前記マスクから射出された前記エネルギービームを前記基板に投射して一括して露光可能な大きさのイメージフィールドを有する投影光学系を備えた露光装置。

【請求項 2】 前記スキャン露光装置における前記一つの区画領域は、(25 mm×33 mm) 及び (26 mm×33 mm) のいずれかのサイズの長形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記マスクは、6 インチサイズであり、前記投影光学系の投影倍率は 1/4 倍であることを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記スキャン露光装置における前記一つの区画領域は、(22 mm×26 mm) のサイズの長形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 5】 前記マスクは、6 インチサイズであり、前記投影光学系の投影倍率は 1/5 倍であることを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】 前記イメージフィールドは、前記スキャン露光装置における前記一つの区画領域がほぼ内接するような直径の円形であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 7】 前記投影光学系は、前記基板上に 0.35  $\mu$ m の線幅を持ったパターンを解像可能であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 8】 一方の面に所定のパターンが形成されたマスクであって、前記所定のパターンには、回路パターンの他に、スキャン露光装置用のマスクアライメントマークと静止型露光装置用のマスクアライメントマークとが含まれることを特徴とするマスク。

【請求項 9】 前記所定のパターンには、空間像計測用パターンが更に含まれることを特徴とする請求項 8 に記載のマスク。

【請求項 10】 第 1 物体に形成されたパターンを第 2 物体の面上に投影する投影光学系の像面に前記第 2 物体表面をほぼ一致させる面位置調整装置であって、

前記第 2 物体に対して斜め方向から第 1 光束を照射して前記投影光学系による前記パターンの投影領域内に複数の第 1 照射点を形成するとともに、前記第 2 物体に対して斜め方向から第 2 光束を照射して前記投影領域の少なくとも一つのコーナー近傍に第 2 照射点を形成する照射系と；

前記第 1 照射点からの反射光を個別に光電検出可能で、前記各第 1 照射点における前記基板表面の前記投影光学系の光軸方向に関する所定の基準面に対する偏差量に対応した偏差信号を出力可能な第 1 受光センサと；

前記第 2 光束の前記第 2 物体からの反射光を光電検出可能な第 2 受光センサと；

前記第 2 物体を保持するとともに、少なくとも前記光軸方向に駆動可能なステージと；

前記第 2 受光センサの出力に基づいて前記ステージの前記光軸方向の駆動を制御して前記第 2 物体表面を前記投影光学系の最良結像面の近傍に配置するとともに、前記各第 1 受光センサの出力に基づいて前記第 2 物体表面を前記投影光学系の最良結像面にほぼ一致させるように前記ステージの前記光軸方向の駆動を制御する制御装置とを備える面位置調整装置。

【請求項 11】 前記第 2 照射点は、前記投影領域の四つのコーナー近傍に少なくとも各一つ形成され、当該各第 2 照射点に対応して前記第 2 受光センサが個別に設けられていることを特徴とする請求項 10 に記載の面位置調整装置。

【請求項 12】 前記第 2 照射点に対応する少なくとも四つの第 2 受光センサの内から使用する第 2 受光センサの選択が可能であることを特徴とする請求項 11 に記載の面位置調整装置。

【請求項 13】 前記投影領域を前記 2 次元方向に沿って四つの矩形領域に分割し、かつ各分割領域をその対角線に沿って 2 分割した二つの三角形領域のう

ちの外側に位置する領域内に、前記各第 2 照射点が配置されていることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の面位置調整装置。

【請求項 1 4】 前記第 2 受光センサは、トラッキングセンサとして機能し

前記第 2 受光センサの出力は、検出信号の有無を含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の面位置調整装置。

【請求項 1 5】 前記複数の第 1 受光センサの内から使用する第 1 受光センサが任意に選択可能であることを特徴とする請求項 1 0 ～ 1 4 のいずれか一項に記載の面位置調整装置。

【請求項 1 6】 前記第 2 物体表面が前記投影光学系の最良結像面の近傍にあるとき、前記第 1 受光センサと前記第 2 受光センサの出力とを併用することを特徴とする請求項 1 0 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の面位置調整装置。

【請求項 1 7】 マスクと基板とをほぼ静止させた状態で、前記マスクのパターンを投影光学系を介して前記基板上に転写する露光装置であって、

前記第 1 物体が前記マスクであり、前記第 2 物体が前記基板であり、前記投影光学系の最良結像面に前記基板表面を一致させる請求項 1 0 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の面位置調整装置を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 1 8】 前記第 2 照射点は、前記投影領域の複数のコーナー近傍に形成され、

前記制御装置は、前記投影領域に対応する区画領域の前記基板上での位置に応じて、前記複数のコーナーのうちの少なくとも一つのコーナー近傍に形成された前記第 2 照射点を選択して前記ステージの駆動を制御することを特徴とする請求項 1 7 に記載の露光装置。

【請求項 1 9】 前記投影光学系は、前記マスクを使った前記基板の露光工程の前又は後に、前記基板を走査露光するために使用されるスキャン露光装置の前記基板上の一つの区画領域を前記マスクと前記基板とをほぼ静止した状態で一括して露光可能な大きさのイメージフィールドを有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の露光装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 ～ 7 及び請求項 1 7 ～ 1 9 のいずれか一項に記載

の露光装置を用いて基板を露光するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光装置、面位置調整装置、マスク及びデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等の電子デバイスを製造するリソグラフィ工程で用いられる露光装置、該露光装置における基板の面位置調整に好適な面位置調整装置、前記露光装置に好適に用いることができるマスク、及び前記露光装置を用いるデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するリソグラフィ工程では、ステップ・アンド・リピート方式の静止型投影露光装置（いわゆるステッパ）や、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置（走査ステップ式投影露光装置：いわゆるスキャニング・ステッパ）などの投影露光装置が主として用いられている。

【0003】

ところで、半導体素子は、ウエハ等の基板上に回路パターンを数十層重ね合せて形成されるが、各層（レイヤ）におけるパターンの線幅は一様ではない。すなわち、最先端の投影露光装置、例えばKrFエキシマレーザを光源とするスキャニング・ステッパ（以下、適宜「KrFスキャナ装置」と略述する）の解像限界と同程度の細い線幅の回路パターンが大部分を占めるクリティカルレイヤ、それに比べて線幅の太い回路パターンから成るノンクリティカルレイヤ（ラフレイヤとも呼ばれる）、及びそれらの中間の線幅の回路パターンが大部分を占めるミドルレイヤなどが存在する。

【0004】

一般に、露光波長は短い程解像力は高くなり、また、ステッパ等の静止型露光装置（一括露光装置とも呼ばれる）は、スキャニング・ステッパに比べて解像力は僅かに劣るものの高スループットである傾向がある。従って、実際の半導体素

子等の製造現場では、各種の露光装置をレイヤ毎に使い分けて、複数種類の露光装置を用いて同一の電子デバイスを製造することが通常行われている。この複数種類の露光装置をレイヤ毎に使い分ける方法としては、露光波長の短いスキヤニング・ステッパ（例えばKrFスキヤナ装置）と、露光波長の長いステッパ（例えばi線ステッパ）とを組み合わせるミックス・アンド・マッチが比較的多く行われている。

#### 【0005】

また、投影露光装置では、投影光学系の最良結像面にウエハ等の基板表面を一致させた状態でマスクのパターンを基板上に転写する必要がある。このため、投影露光装置では、ウエハ表面の投影光学系の光軸方向の位置（以下、適宜「高さ」と呼ぶ）を検出する高さ位置検出系が設けられている。近年、ウエハの高さ位置測定の実定点が1点では、ウエハ表面の段差の影響により正確な高さ位置を検出できないため、ウエハ上の複数点における高さ位置を検出する高さ位置検出系（以下、「多点AF系」ともいう）が提案されている。この多点AF系は、例えば所定ピッチで並んだ複数のスリット光をウエハに対して斜め方向から照射して、その複数のスリット光のウエハからの反射光とそれぞれのスリット光に対応する複数の受光器（受光素子）との相対位置に基づいて、ウエハ上の複数点における高さ位置を高精度に検出するものである。

#### 【0006】

また、高さ位置検出系においては、ウエハの高さ位置がベストフォーカス位置からずれて、ウエハからの反射光が受光素子の受光領域からはずれたとき（ウエハの高さ位置が受光素子によって検出可能な高さ位置の範囲から外れたとき）には、高さ位置の検出が困難になる。また、特に複数のスリット光をウエハに対して斜め方向から照射して、ウエハ上の計測方向に所定ピッチで配列された複数のスリット像を形成し、各スリット光の反射光を複数の受光器によって個別に検出する多点AF系においては、ウエハの高さ位置が目標位置からずれることによって、ウエハ上のスリット像はそのスリット像の配列方向にずれてしまう。このウエハ上でのスリット像のずれ量が、スリット像のピッチ（隣接する二つのスリット像の間隔）の $1/2$ になると、これらの反射光は夫々対応する受光器に対して



一つずつずれて入射する。従って一番端の受光器以外の受光器は、ウエハ表面が目標位置にあるときと同様の信号を出力する。このとき多点AF系は、ウエハ表面が目標位置からずれているにもかかわらず、そのときのウエハ表面の位置を目標位置として誤検出してしまう場合がある。

#### 【0007】

そこで、現行の投影露光装置では、基板の高さ位置が目標位置からずれることにより、高さ位置の検出ができなくなっても、基板表面の目標位置からのずれ方向を検出したり、高さ位置検出用の複数の光束の基板からの反射光が夫々対応する受光素子に対して一つずつずれて入射しているときにはその基板の高さ位置が目標位置からずれていることを検出するためのトラッキングセンサと呼ばれる光電センサが設けられていることが一般的である。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来のステッパの露光可能最大領域（以下、「露光範囲」と呼ぶ）のサイズは、例えば22mm×22mmの正方形であり、また、スキャニング・ステッパの露光範囲のサイズは、例えば25mm×33mmの長方形であり、大きさも形状も異なっている。このため、前述したミックス・アンド・マッチにより、ステッパの1ショット領域とスキャニング・ステッパの1ショット領域とを重ね合わせるような、いわゆる1in1露光を行う際には、広い面積の露光が可能なスキャニング・ステッパの実際の露光領域をステッパの露光範囲に合わせる必要があり、スキャニング・ステッパの能力（大きな露光可能範囲）を有効に活用することができないという不都合があった。

#### 【0009】

一方、スキャニング・ステッパによる1ショット領域とステッパによる隣接2ショット領域とを重ね合わせるような、いわゆる2in1露光を行う際には、二つのショット領域の中心が異なるため、ショット回転、ショット倍率等の誤差が残ってしまうことがある。

#### 【0010】

また、従来の投影露光装置では、トラッキングセンサに対応する計測点は、投

影領域内の中心部近傍に一つ又は二つ配置されるか、又は投影領域である矩形領域の1組の対向辺の両外側の残りの1組の対向辺の中央部近傍に一对配置されていた。このため、最初に露光を行うショット領域（ファーストショット）の決定の仕方によっては、ファーストショットの露光に際してトラッキングセンサの計測点がウエハ上にかからないという状態が生じ得る。すなわち、通常ファーストショットは、ウエハ上の周辺ショットが選択されるが、この周辺ショットがいわゆる欠けショットとなった場合に、いずれのトラッキングセンサの計測点もウエハ上に存在しなくなる。トラッキングセンサは、主としてファーストショットの露光に際して速やかにウエハ表面をベストフォーカス位置の近傍に設定するために用いられるものである。従って、トラッキングセンサの機能を効果的に発揮させるために、上述したような事態がなるべく生じないように、ファーストショットを決定する必要がある、ウエハ上のショット領域の配置やファーストショットの決定（選択）の際の制約があった。

## 【 0 0 1 1 】

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、スキヤニング・ステッパなどのスキャン露光装置とのミックス・アンド・マッチを行う際に、そのスキャン露光装置の能力を最大限に発揮させることができるとともに、スキャン露光装置で形成されたパターンとの重ね合せ誤差の発生を効果的に抑制できる静止型の露光装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 2 】

また、本発明の第2の目的は、スキャン露光装置、静止型露光装置のいずれでも使用可能なマスクを提供することにある。

## 【 0 0 1 3 】

また、本発明の第3の目的は、第1物体のパターンが投影される第2物体の投影光学系の光軸方向に関する位置ずれを速やかに調整することができる面位置調整装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明の第4の目的は、基板上の区画領域の配置の決定や、区画領域の露光順序の決定（選択）の際の自由度を向上させることができる露光装置を提供

することにある。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の第 5 の目的は、デバイスの生産性の向上に寄与することができるデバイス製造方法を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、エネルギービームにより基板 (W) を露光して所定のパターンを前記基板上に形成する露光装置であって、スキャン露光装置における前記基板上の一つの区画領域を、マスク (R) と前記基板 (W) とをほぼ静止した状態で、前記マスクから射出された前記エネルギービームを前記基板に投射して一括して露光可能な大きさのイメージフィールドを有する投影光学系 (P L) を備えている。

【 0 0 1 7 】

ここで、スキャン露光装置とは、マスクと基板とを同期移動しながら、そのマスクのパターンを基板上の一つの区画領域に転写する、走査露光方式の露光装置、例えばスキャニング・ステッパ (走査ステップ式投影露光装置) などを意味する。

【 0 0 1 8 】

これによれば、スキャン露光装置における基板上の一つの区画領域 (ショット領域) を、マスクと基板とをほぼ静止した状態で、マスクから射出されたエネルギービームを基板に投射して一括して露光可能な大きさのイメージフィールドを有する投影光学系を備えている。このため、前述したミックス・アンド・マッチを行うに際して、スキャン露光装置で 1 度に露光が可能なショット領域を一度に露光することができる。従って、1 i n 1 露光により、スキャン露光装置の最大露光可能範囲をショット領域として設定でき、これにより、スキャン露光装置の能力を最大限に発揮させることができるとともに、両方の露光装置のショット中心が一緒なので重ね合せによるショット回転、ショット倍率等の残留誤差を極力抑制することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

この場合において、請求項 2 に記載の発明の如く、前記スキャン露光装置における前記一つの区画領域は、(25 mm × 33 mm) 及び (26 mm × 33 mm) のいずれかのサイズの長形状であることとすることができる。この場合、例えば請求項 3 に記載の発明の如く、前記マスクは、6 インチサイズであり、前記投影光学系の投影倍率は 1 / 4 倍であることとすることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、上記請求項 1 に記載の発明に係る露光装置において、請求項 4 に記載の発明の如く、前記スキャン露光装置における前記一つの区画領域は、(22 mm × 26 mm) のサイズの長形状であることとすることができる。この場合、請求項 5 に記載の発明の如く、前記マスクは、6 インチサイズであり、前記投影光学系の投影倍率は 1 / 5 倍であることとすることができる。

## 【 0 0 2 1 】

上記請求項 1 ～ 5 に記載の各発明に係る露光装置において、請求項 6 に記載の発明の如く、前記イメージフィールドは、前記スキャン露光装置における前記一つの区画領域がほぼ内接するような直径の円形であることとすることができる。すなわち、スキャン露光装置における前記一つの区画領域が (a mm × b mm) の矩形である場合、イメージフィールドは、少なくとも直径  $D \equiv (a^2 + b^2)^{1/2}$  の円形とすることができる。

## 【 0 0 2 2 】

上記請求項 1 ～ 6 に記載の各発明に係る露光装置において、請求項 7 に記載の発明の如く、前記投影光学系は、前記基板上に 0.35  $\mu$ m の線幅を持ったパターンを解像可能であることとすることができる。

## 【 0 0 2 3 】

ところで、スキャン露光装置と静止型露光装置とを用いたミックス・アンド・マッチ露光において、上述の如く、スキャン露光装置により露光される基板上の一つの区画領域を、静止型露光装置で一括して露光できるようにすると、その静止型の露光装置では、従来スキャン露光装置で用いられていたマスクと同一のパターン領域を有するマスクを用いることが可能となる。これを一歩進めると、同一マスクをスキャン露光装置と静止型露光装置とで共用できる可能性が生じる。

但し、スキャン露光装置用のマスクと静止型露光装置用のマスクとでは、マスクアライメントマークの配置が異なる。このような事情の下に、なされたのが本発明のマスクである。

## 【 0 0 2 4 】

すなわち、請求項 8 に記載の発明は、一方の面に所定のパターンが形成されたマスクであって、前記所定のパターンには、回路パターンの他に、スキャン露光装置用のマスクアライメントマークと静止型露光装置用のマスクアライメントマークとが含まれることを特徴とする。

## 【 0 0 2 5 】

本発明のマスクは、それぞれの装置用のマスクアライメントマークが存在するので、ミックス・アンド・マッチを行う場合等に、スキャン露光装置、静止型露光装置のいずれでも使用することが可能である。

## 【 0 0 2 6 】

この場合において、請求項 9 に記載の発明の如く、前記所定のパターンには、空間像計測用パターンが更に含まれることとしても良い。

## 【 0 0 2 7 】

請求項 1 0 に記載の発明は、第 1 物体 (R) に形成されたパターンを第 2 物体 (W) の面上に投影する投影光学系 (P L) の像面に前記第 2 物体表面をほぼ一致させる面位置調整装置であって、前記第 2 物体に対して斜め方向から第 1 光束を照射して前記投影光学系による前記パターンの投影領域内に複数の第 1 照射点 ( $S_{11} \sim S_{55}$ ) を形成するとともに、前記第 2 物体に対して斜め方向から第 2 光束を照射して前記投影領域の少なくとも一つのコーナー近傍に第 2 照射点 ( $S_{60}, S_{70}, S_{80}, S_{90}$ ) を形成する照射系 (7 4) と；前記第 1 照射点からの反射光を個別に光電検出可能で、前記各第 1 照射点における前記第 2 物体表面の前記投影光学系の光軸方向に関する所定の基準面に対する偏差量に対応した偏差信号を出力可能な第 1 受光センサ ( $D_{11} \sim D_{55}$ ) と；前記第 2 光束の前記第 2 物体からの反射光、すなわち前記第 2 照射点からの反射光を光電検出可能な第 2 受光センサ ( $D_{60}, D_{70}, D_{80}, D_{90}$ ) と；前記第 2 物体を保持するとともに、少なくとも前記光軸方向に駆動可能なステージ (6 0) と；前記第

2 受光センサの出力に基づいて前記ステージの前記光軸方向の駆動を制御して前記第 2 物体表面を前記投影光学系の最良結像面の近傍に配置するとともに、前記各第 1 受光センサの出力に基づいて前記第 2 物体表面を前記投影光学系の最良結像面にほぼ一致させるように前記ステージの前記光軸方向の駆動を制御する制御装置 (28) とを備える。

## 【 0 0 2 8 】

これによれば、第 1 受光センサは第 2 物体表面の投影光学系の光軸方向に関する所定の基準面 (例えば目標位置) に対する偏差量 (ずれ量) を検出する。ここで、第 2 物体の光軸方向位置が変位することによって、照射系から第 2 物体上の複数の第 1 照射点に照射された第 1 光束の各反射光が、対応する第 1 受光センサからずれた位置にそれぞれ照射され、第 2 物体の光軸方向位置の検出ができなくなってしまうことがある。そこで、制御装置は、第 2 受光センサの出力に基づいて、ステージを移動させることによって、ステージ上に保持された第 2 物体表面を投影光学系の最良結像面の近傍に配置する。そして、第 2 物体表面の光軸方向位置が投影光学系の最良結像面の近傍に配置され、複数の第 1 照射点に照射された第 1 光束の各反射光が対応する第 1 受光センサによって受光されると、制御装置は、そのときの各第 1 受光センサからの偏差信号に基づいて、第 2 物体表面を投影光学系の最良結像面にほぼ一致させるようにステージの光軸方向の駆動を制御する。この場合、第 2 受光センサによって第 2 物体表面が投影光学系の像面近傍に位置していることを認識することも可能である。これにより、第 2 物体表面を投影光学系の最良結像面に速やかにほぼ一致させることができる。また、照射系が第 2 物体に対して斜め方向から第 2 光束を照射して投影領域の少なくとも一つのコーナー近傍に第 2 照射点を形成するので、光軸に直交する面内における第 2 物体と投影光学系との位置関係を調整することにより、その第 2 照射点を第 2 物体上に形成させることは容易である。従って、第 1 物体のパターンが投影光学系により投影される第 2 物体上の一つのショット領域 (区画領域) が、一部が欠けているような形状であっても、その第 2 物体の投影光学系の光軸方向に関する位置ずれを速やかに調整することができる。

## 【 0 0 2 9 】

請求項 1 0 に記載の発明に係る面位置調整装置において、請求項 1 1 に記載の発明の如く、前記第 2 照射点は、前記投影領域の四つのコーナー近傍に少なくとも各一つ形成され、当該各第 2 照射点に対応して前記第 2 受光センサが個別に設けられていることが望ましい。かかる場合には、上述したような光軸に直交する面内における第 2 物体と投影光学系との位置関係の調整を行うことなく、少なくとも一つの第 2 照射点が第 2 物体上に形成される。従って、第 1 物体のパターンが投影光学系により投影される第 2 物体上の一つのショット領域（区画領域）が、一部が欠けているような形状であっても、その第 2 物体の光軸方向に関する位置ずれを速やかに、かつ一層容易に調整することができる。

## 【 0 0 3 0 】

この場合において、請求項 1 2 に記載の発明の如く、前記第 2 照射点に対応する少なくとも四つの第 2 受光センサの内から使用する第 2 受光センサの選択が可能であることとしても良い。かかる場合には、第 1 物体のパターンが投影光学系により投影される第 2 物体上の一つのショット領域（区画領域）が、一部が欠けているような形状であっても、その形状に応じ適切な第 2 受光センサを選択することが可能となる。

## 【 0 0 3 1 】

上記請求項 1 1 及び 1 2 に記載の各発明に係る面位置調整装置において、請求項 1 3 に記載の発明の如く、前記投影領域を前記 2 次元方向に沿って四つの矩形領域に分割し、かつ各分割領域をその対角線に沿って 2 分割した二つの三角形領域のうちの外側に位置する領域内に、前記各第 2 照射点が配置されていることとすることができる。

## 【 0 0 3 2 】

上記請求項 1 0 に記載の発明において、請求項 1 4 に記載の発明の如く、前記第 2 受光センサは、トラッキングセンサとして機能し、前記第 2 受光センサの出力は、検出信号の有無を含むこととしても良い。

## 【 0 0 3 3 】

上記請求項 1 0 ～ 1 4 に記載の各発明に係る面位置調整装置において、請求項 1 5 に記載の発明の如く、前記複数の第 1 受光センサの内から使用する第 1 受光

センサが任意に選択可能であることとしても良い。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 0 ～ 1 5 に記載の各発明に係る面位置調整装置において、請求項 1 6 に記載の発明の如く、前記第 2 物体表面が前記投影光学系の最良結像面の近傍にあるとき、前記第 1 受光センサと前記第 2 受光センサの出力とを併用することとしても良い。すなわち、第 2 物体表面が投影光学系の最良結像面の近傍にあるとき、第 2 受光センサが、光軸方向に関する第 2 物体表面の所定の基準面に対する偏差量に対応した信号を出力することとし、この出力と第 1 受光センサの出力とを第 2 物体の光軸方向の面位置調整のために併用しても良い。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 7 に記載の発明は、マスク (R) と基板 (W) とをほぼ静止させた状態で、前記マスクのパターンを投影光学系 (P L) を介して前記基板上に転写する露光装置であって、前記第 1 物体が前記マスクであり、前記第 2 物体が前記基板であり、前記投影光学系の最良結像面に前記基板表面を一致させる請求項 1 0 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の面位置調整装置 (2 1、2 8、6 0、7 4、7 6) を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

これによれば、面位置調整装置により、マスクパターンが投影される基板上のショット領域 (投影領域、すなわち区画領域) が、一部が欠けているような形状であっても、投影光学系の光軸方向に関する基板の位置ずれを速やかに調整することができる。従って、いわゆる欠け区画領域を設けても特に支障は生じないので、基板の面積利用効率を向上させることができるとともに、基板上の区画領域の配置に際してその自由度を向上させることができる。特に、投影領域の四つのコーナー近傍に少なくとも各一つの第 2 照射点が形成され、当該各第 2 照射点に対応して第 2 受光センサが個別に設けられている場合には、最初に露光が行われる区画領域として、基板上のどの位置の区画領域 (欠け区画領域を含む) を決定 (選択) しても支障はないので、区画領域の露光順序の決定 (選択) の際の自由度をも向上させることができる。

【 0 0 3 7 】



この場合において、請求項 1 8 に記載の発明の如く、前記第 2 照射点は、前記投影領域の複数のコーナー近傍に形成され、前記制御装置は、前記投影領域に対応する区画領域の前記基板上での位置に応じて、前記複数のコーナーのうちの少なくとも一つのコーナー近傍に形成された前記第 2 照射点を選択して前記ステージの駆動を制御することとしても良い。かかる場合には、マスクパターンが投影光学系により投影される投影領域に対応する区画領域が、一部が欠けている欠けショットである場合に、その形状に応じ適切な第 2 照射点を選択し、その選択された照射点に対応する第 2 受光センサの出力に基づいてステージの駆動、ひいては基板の光軸方向位置を制御することができる。また、区画領域（ショット領域）のサイズに応じて使用する第 2 受光センサを選択することも可能である。

#### 【 0 0 3 8 】

上記請求項 1 7 に記載の発明に係る露光装置において、請求項 1 9 に記載の発明の如く、前記投影光学系は、前記マスクを使った前記基板の露光工程の前又は後に、前記基板を走査露光するために使用されるスキャン露光装置の前記基板上の一つの区画領域を前記マスクと前記基板とをほぼ静止した状態で一括して露光可能な大きさのイメージフィールドを有することとしても良い。かかる場合には、1 i n 1 露光により、スキャン露光装置の最大露光可能範囲をショット領域として設定でき、これにより、スキャン露光装置の能力を最大限に発揮させることができるとともに、両方の露光装置のショット中心が一緒なので重ね合せによるショット回転、ショット倍率等の残留誤差を極力抑制することが可能となる。

#### 【 0 0 3 9 】

請求項 2 0 に記載の発明に係るデバイス製造方法は、請求項 1 ～ 7 及び請求項 1 7 ～ 1 9 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて基板を露光するリソグラフィ工程を含む。

#### 【 0 0 4 0 】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を図 1 ～ 図 1 0 に基づいて説明する。図 1 には、一実施形態に係る露光装置の構成が概略的に示されている。この露光装置 1 0 は、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）であ

る。この露光装置 1 0 は、クリーンルーム床面上に X 軸方向（図 1 における左右方向）に隣接して配置された本体チャンバ 1 2 と機械室チャンバ 2 0 とを備えている。

#### 【 0 0 4 1 】

本体チャンバ 1 2 は、隔壁により、二つの小部屋 2 2 a, 2 2 b と一つの大部屋 2 4 との三つの部屋に仕切られている。図 1 における一番左の小部屋 2 2 a は、その内部に後述する主制御装置 2 8（図 5 参照）、その他のプロセッサ等が収容されている。また、この小部屋 2 2 a の隣の小部屋 2 2 b は、その内部が不図示の隔壁により上下二つの部屋 3 6 a, 3 6 b に仕切られている。上側の部屋 3 6 a は、その内部に不図示のレチクルライブラリ及び多関節ロボットから成るレチクルローダ 4 0 a などが設置されたレチクルローダ室となっている。また、下側の部屋 3 6 b は、その内部に不図示のウエハキャリアや多関節ロボットから成るウエハローダ 4 0 b などが設置されたウエハローダ室となっている。さらに、チャンバ 1 2 の外側には、ディスプレイやキーボードを備えた制御ラック（不図示）が配置されている。

#### 【 0 0 4 2 】

前記大部屋 2 4 は、その内部に露光装置本体の殆どの部分が収容された露光室となっている。露光装置本体 1 0 0 は、波長 3 6 5 n m の紫外域の輝線（i 線）によりマスク（及び第 1 物体）としてのレチクル R を照明する照明ユニット I L U、レチクル R を保持するレチクルステージ R S T、レチクルステージ R S T の図 1 における下方に配置された投影光学系 P L、及びこの投影光学系 P L の下方に配置され基板（及び第 2 物体）としてウエハ W が載置されるステージ装置 4 2 等を備えている。照明ユニット I L U は、図 1 に示されるように、その一部（図 1 における右側部分が機械室チャンバ 2 0 内に配置され、残りの部分が露光室 2 4 内に配置されている。露光装置本体 1 0 0 の他の構成部分は、露光室 2 4 内に配置されている。

#### 【 0 0 4 3 】

前記機械室チャンバ 2 0 の内部には、クーラー、ヒータ、送風ファン等（いずれも図示省略）を含む空調装置が収容されている。この空調装置によって、不図

示の給排気配管系を介して露光室24内、レチクルローダ室36a及びウエハローダ室36b内の空調が行われ、これらの部屋の内部は、目標温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 程度に温調がなされている。また、給排気系の各所には、必要に応じて、パーティクル除去用のエアフィルタ（HEPAフィルタ、ULPAフィルタなど）が設置されている。

## 【0044】

次に、露光装置本体100の構成各部について詳細に説明する。まず、照明ユニットILUについて説明する。この照明ユニットILUは、実際には、図2に示されるように、二つの筐体部分に分離されている。図2中の右側の筐体50は、内部に露光用光源である超高圧水銀ランプ（以下、「水銀ランプ」と呼ぶ）14が収容されたランプハウスとなっている。また、図2中の左側の筐体44は、内部に種々の光学部材が収容された照明系ハウジングとなっている。

## 【0045】

前記ランプハウス50内には、水銀ランプ14、楕円鏡16、不図示のシャッタ、ミラーM1、干渉フィルタ18等が所定の位置関係で配置されている。また、照明系ハウジング44内には、右から順に第1リレーレンズ30、レチクルブラインド32、第2リレーレンズ34、ミラーM2が収容されている。また、ランプハウス50と照明系ハウジング44との境界部分には、インプットレンズやフライアイレンズ（又はロッドレンズ（内面反射型インテグレート））等を含む照度均一化光学系26が配置されている。また、照明系ハウジング44の射出端部、すなわちミラーM2の下方部分には、メインコンデンサレンズ38が配置されている。

## 【0046】

ここで、照明ユニットILUの構成各部（筐体を除く）についてその作用とともに図2に基づいて説明する。水銀ランプ14から発せられた照明光ELは楕円鏡16によって第2焦点に集光される。この第2焦点の近傍には、不図示のシャッタ駆動機構により開閉される不図示のシャッタが配置され、そのシャッタが開状態の場合、照明光ELは、ミラーM1を介して干渉フィルタ18に入射する。そして、この干渉フィルタ18により、露光に必要な波長スペクトル、例え

ば波長 3 6 5 n m の i 線のみが取り出される。ここで、露光光としては i 線の他、波長 4 3 6 n m の g 線を用いても良く、また複数種類の波長の光の混合でも良い。なお、水銀ランプ 1 4 に代えて、K r F エキシマレーザ光（波長：2 4 8 n m）、A r F エキシマレーザ光（波長：1 9 3 n m）のような遠紫外領域のパルス光を発するエキシマレーザ等によって光源を構成しても良い。

## 【 0 0 4 7 】

干渉フィルタ 1 8 を経由した照明光 E L （i 線成分）は照度均一化光学系 2 6 に入射する。この照度均一化光学系 2 6 を構成するフライアイレンズの射出面は、水銀ランプ 1 4 と共役な位置関係になっており、2 次光源面を構成している。

## 【 0 0 4 8 】

そのフライアイレンズの 2 次光源面を構成する各点光源（エレメント）を発した光は、不図示の照明系開口絞り、及び第 1 リレーレンズ 3 0 を介してレチクルブラインド 3 2 を照明する。この場合、レチクルブラインド 3 2 としては、開口形状が可変な可変ブラインドが用いられている。このレチクルブラインド 3 2 は、図 5 に示されるように、2 枚の L 字状の可動ブレード 4 5 A、4 5 B から成る可動ブラインド（以下、この可動ブラインドを「可動ブラインド 4 5 A、4 5 B」とも呼ぶ）が設けられている。この可動ブラインド 4 5 A、4 5 B の配置面はレチクル R のパターン面と共役となっている。可動ブラインド 4 5 A、4 5 B は、可動ブラインド駆動機構 4 3 A、4 3 B によって駆動されるようになっており、この駆動機構 4 3 A、4 3 B の動作が主制御装置 2 8 によって制御されるようになっている。

## 【 0 0 4 9 】

図 2 に戻り、そのレチクルブラインド 3 2 の開口を通過した照明光 E L （i 線成分）は、第 2 リレーレンズ 3 4 を通過後、ミラー M 2 で折り曲げられ、メインコンデンサレンズ 3 8 を介して、前記 2 次光源面とフーリエ変換の位置関係にあるレチクル R を照明する。この場合、フライアイレンズの個々のレンズエレメントがメインコンデンサレンズ 3 8 を介してレチクル R を照明することにより、オプティカルインテグレータの役割を果たしている。従って、レチクル R 上のレチクルブラインド 3 2 の開口で規定される照明領域内を均一に照明することができ

る。

#### 【0050】

本実施形態では、ランプハウス50は、2本のホース46A、46Bを介してケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFUと接続されている。ケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFUは、図2における右から順に配置されたケミカルフィルタ、空気冷却部としてのクーラー、ファンを内蔵した送風部、ULPAフィルタ（いずれも図示省略）から構成されている。この場合、ULPAフィルタの図2における左端とランプハウス50の上端とがホース46Aによって接続され、ケミカルフィルタの図2における右端とランプハウス50の下端とがホース46Bによって接続されている。また、ケミカルフィルタの右端には、外気取込口48が突設されている。

#### 【0051】

ここで、ケミカルフィルタとしては、硫酸アンモニウムを中心とする曇り物質（ケミカル物質）を除去出来るものであればその構成を問わず、例えば静電吸着タイプ、活性炭タイプ、薬品添着型活性炭タイプ、イオン交換タイプ等のいずれのタイプのケミカルフィルタであっても使用可能である。

#### 【0052】

ここで、このケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFUの作用を簡単に説明する。主制御装置50（図5参照）により水銀ランプ14が点灯されると、これと同時に送風部に内蔵されたファンが駆動され、外気取込口48及びランプハウス50より取り込まれた空気のランプハウス50、ケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFU及びホース46A、46Bより成る循環経路内での循環が開始される。

#### 【0053】

この循環中に、外気取込口48及びランプハウス50より取り込まれた空気は、ケミカルフィルタを通ることにより、ケミカルクリーンな空気（即ち曇り物質が除去された空気）となり、クーラーで冷却され、ULPAフィルタで物理的なゴミ（エアーパーティクル）が除去された後、ホース46Aを經由して、ランプハウス50内に供給される。

## 【0054】

ランプハウス50内に供給されたケミカルクリーンでしかも物理的にも清浄なエア（空気）は、水銀ランプ14の発熱により、熱された空気となりホース46Bを通り、再度ケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFUに戻される。そして、このケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFUに戻されたケミカルクリーンでしかも物理的にも清浄なエア（空気）は、外気取込口48から取り込まれたクリーンルーム雰囲気中の空気と一緒に、上記の循環路に従って循環を繰り返す。

## 【0055】

ここで、外気取込口48は、自然吸気により外気（クリーンルーム雰囲気中の空気）を取り入れるもので、前述した空気の循環中には、不図示のファンの回転により外気圧に対して送風部の下流側が正圧、上流側が負圧となっているので、外気圧に対して正圧となっている部分、主としてランプハウス50から漏れ出す空気とほぼ同一量の外気が取り入れられる。この外気取込口48を介して取り入れられる外気の量は、例えば全体の5パーセント程度である。

## 【0056】

このように、本実施形態では、ケミカルクリーンなエアを循環させる構成にしたことから、ケミカルフィルタの長寿命化が可能になり、その分ケミカルフィルタ交換の為のランニングコストを低減させることができ、メンテナンス性を向上させることができる。また、ケミカルフィルタにより曇り物質が除去された空気がランプハウス50内に供給されるので、楕円鏡16、水銀ランプ14、ミラーM1等の光学反射面や透過面に曇りが発生することがなく、光学系の透過率の低下に起因する露光装置の性能低下等を防止することができる。

## 【0057】

さらに、循環中、水銀ランプ14の発熱によりランプハウス50内のケミカルクリーンなエアの温度は上昇するが、ケミカルフィルタ・ファン・ユニットFFUを通過する際に、クーラーによって冷却されるので、循環を繰り返すうちにケミカルクリーンなエアの温度が上昇して水銀ランプ14の冷却に支障をきたすという不都合も生じ得ない。

## 【 0 0 5 8 】

なお、ケミカルフィルタ・ファン・ユニット F F U 内に、クーラーは必ずしも設ける必要はない。この場合には、上記のような循環系を採用することなく、ファンの回転により、外気をケミカルフィルタ・ファン・ユニット F F U 内に取り込み、そのケミカルフィルタ・ファン・ユニット F F U を通過する間にケミカルクリーンでしかも物理的にも清浄となったエアー（空気）をランプハウス 5 0 内に供給し、その空気が水銀ランプ 1 4 の発熱により熱された空気となったとき、それを排気するようにしても良い。但し、この場合には、その排気は、機械室チャンバ 2 0 内の空調装置にリターンする空気とともに取り込まれるようにすることが望ましい。

## 【 0 0 5 9 】

一方、照明系ハウジング 4 4 には、図 2 に示されるように、ケミカルフィルタ及び H E P A フィルタ（又は U L P A フィルタ）を内蔵するフィルタユニット F U を介して、工場用力としてのドライエアが常時供給されている。この場合も、ケミカルフィルタにより曇り物質が除去された空気が照明系ハウジング 4 4 内に供給されるので、レンズ、ミラー等の光学反射面や透過面に曇りが発生することがなく、光学系の透過率の低下に起因する露光装置の性能低下等を防止することができる。この場合、照明系ハウジング 4 4 の密閉性はそれほど高くないので、供給されたドライエアは、自然排気により露光室内に漏れ出すようになっている。

## 【 0 0 6 0 】

図 1 に戻り、レチクルステージ R S T は、その上面の四つのコーナー部分に真空吸着部 5 2 を有し、この真空吸着部 5 2 を介してレチクル R がレチクルステージ R S T 上に保持されている。このレチクルステージ R S T は、レチクル R 上の回路パターンが形成された領域であるパターン領域 P A（図 3 参照）に対応した開口（図示省略）を有し、不図示の駆動機構により X 方向、Y 方向、 $\theta$  z 方向（Z 軸回りの回転方向）に微動可能となっている。

## 【 0 0 6 1 】

次に、本実施形態で用いられるレチクル R について、図 3 に基づいて説明する

。図 3 には、レチクル R のパターン面側（図 1 における下面側）から見た平面図が示されている。このレチクル R としては、一辺が 6 インチ、すなわち約 1 5 2 . 4 mm の正方形のガラス基板の一方の面（図 3 における紙面手前側の面）に横の長さが W（W は、例えば約 1 0 0 mm）で、縦の長さが L（L は、例えば約 1 3 2 mm）の長方形のパターン領域 P A が形成されている。このパターン領域 P A の中心と、ガラス基板の中心とは設計上は一致している。このパターン領域 P A の中心を、以下においてはレチクルセンタ R c と呼ぶ。パターン領域 P A の周囲には、約 2 mm 程度の幅を有する遮光帯 B S が設けられている。

## 【 0 0 6 2 】

投影露光装置では、露光に先立ってレチクルを所定の基準位置に位置合わせする必要がある。この位置合わせの基準として、レチクル・アライメント・マークが、通常設けられている。そして、このレチクル・アライメント・マークをレチクルアライメント顕微鏡（本実施形態のレチクル・アライメント顕微鏡については後述する）で計測して、レチクルの基準位置からのずれ（ $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta \theta z$ ）を求め、これらのずれを補正するようにレチクルを微少駆動（微動調整）するレチクルの位置合わせ（レチクルアライメント）が行われる。

## 【 0 0 6 3 】

レチクルアライメントは、ファーストレイヤ、セカンドレイヤ以降を問わず、露光に先立って必ず行われるため、すべてのレチクルにレチクル・アライメント・マークを予め形成しておく必要がある。

## 【 0 0 6 4 】

本実施形態で用いられるレチクル R には、図 3 に示されるように、レチクルセンタ R c を通る X 軸上で、レチクルセンタ R c に関して対称の位置でパターン領域 P A の外縁（遮光帯 B S の内縁）から約 1 5 mm 程度離れた位置に、一対のレチクル・アライメント・マーク R x 1 y、R x 2  $\theta$  が設けられている。この他、レチクル R には、図 3 に示されるように、レチクルセンタ R c を通る Y 軸に関して対象となる配置で、7 対のレチクル・アライメント・マーク R x y 1、R x y 2、R x y 3、R x y 4、R x y 5、R x y 6、R x y 7、R x y 8、R x y 9、R x y 1 0、R x y 1 1、R x y 1 2、R x y 1 3、R x y 1 4 が遮光帯 B S に近接して（0 . 1 ~ 0 . 2 m



m程度離れて)それぞれ形成されている。

#### 【0065】

この内、一対のレチクル・アライメント・マーク  $R_{xy13}$ ,  $R_{xy14}$  は、レチクルセンタ  $R_c$  を通る X 軸上に配置されている。また、レチクル・アライメント・マーク  $R_{xy1}$ ,  $R_{xy3}$ ,  $R_{xy5}$  と、レチクル・アライメント・マーク  $R_{xy7}$ ,  $R_{xy9}$ ,  $R_{xy11}$  とは、レチクルセンタ  $R_c$  を通る X 軸に関してそれぞれ対称であり、同様に、レチクル・アライメント・マーク  $R_{xy2}$ ,  $R_{xy4}$ ,  $R_{xy6}$  と、レチクル・アライメント・マーク  $R_{xy8}$ ,  $R_{xy10}$ ,  $R_{xy12}$  とは、レチクルセンタ  $R_c$  を通る X 軸に関してそれぞれ対称である。

#### 【0066】

レチクル R には、図 3 に示されるように、上述したレチクル・アライメント・マークの他、結像特性計測に用いられる 4 対の計測用マーク  $MPMa_1$ ,  $MPMb_1$ 、 $MPMa_2$ ,  $MPMb_2$ 、 $MPMc_1$ ,  $MPMc_2$ 、 $MPMd_1$ ,  $MPMd_2$  が、レチクルセンタ  $R_c$  を通る Y 軸に関して対称な配置で、かつ遮光帯  $BS$  の外側に近接して形成されている。この場合、計測用マーク  $MPMa_1$ ,  $MPMb_1$ 、 $MPMc_1$ ,  $MPMc_2$  は、レチクルセンタ  $R_c$  を通る X 軸に関して、計測用マーク  $MPMa_2$ ,  $MPMb_2$ 、 $MPMd_1$ ,  $MPMd_2$  に対称となっている。

#### 【0067】

図 1 に戻り、レチクル R の上方には、CCD 等の撮像素子を有し、露光波長の光をアライメント用照明光とする画像処理方式の一対のレチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ ,  $RA2$  が配置されている。この場合、レチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ ,  $RA2$  は、投影光学系  $PL$  の光軸  $AX$  を含む  $YZ$  平面に関して対称（左右対称）な配置で設置されている。また、これらのレチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ ,  $RA2$  は光軸  $AX$  を通る  $XZ$  面内で X 軸方向に往復移動が可能な構造となっている。

#### 【0068】

通常、これらのレチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ ,  $RA2$  は、レチクル R がレチクルステージ  $RST$  上に載置された状態で、一対のレチクル・アライメント・マーク  $R_{x1y}$ ,  $R_{x2\theta}$  をそれぞれ観察可能な位置に設定されている。すな

わち、レチクル・アライメント・マーク  $R_{x1y}$ 、 $R_{x2\theta}$  が、露光装置 10 のレチクルアライメント用として通常用いられる。換言すれば、レチクル・アライメント・マーク  $R_{x1y}$ 、 $R_{x2\theta}$  は、露光装置 10 のような静止型の露光装置用のマスクアライメントマークである。

## 【0069】

但し、レチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ 、 $RA2$  は、 $X$  軸方向に往復移動可能になっているので、レチクル・アライメント・マーク  $R_{x1y}$ 、 $R_{x2\theta}$  よりパターン領域  $PA$  側に存在する一対のレチクル・アライメント・マーク  $R_{xy13}$ 、 $R_{xy14}$  を、レチクルアライメント用のマークとして用いることは勿論可能である。

## 【0070】

いずれにしても、レチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ 、 $RA2$  を用いることにより、パターン領域  $PA$  の中心（レチクルセンタ  $Rc$ ）が投影光学系  $PL$  の光軸  $AX$  を通るようにレチクル  $R$  の位置決めが可能な構成となっている。

## 【0071】

一方、レチクル  $R$  を、スキャニング・ステッパ等のスキャン露光装置で用いる場合には、7 対のレチクル・アライメント・マーク  $R_{xy1}$ 、 $R_{xy2}$ 、 $R_{xy3}$ 、 $R_{xy4}$ 、 $R_{xy5}$ 、 $R_{xy6}$ 、 $R_{xy7}$ 、 $R_{xy8}$ 、 $R_{xy9}$ 、 $R_{xy10}$ 、 $R_{xy11}$ 、 $R_{xy12}$ 、 $R_{xy13}$ 、 $R_{xy14}$  の内、少なくとも一対が、レチクルアライメント用マークとして用いられる。すなわち、レチクル・アライメント・マーク  $R_{xy1} \sim R_{xy14}$  は、スキャン露光装置用のマスクアライメントマークであり、特に、レチクル・アライメント・マーク  $R_{xy13}$ 、 $R_{xy14}$  は、静止型の露光装置用とスキャン露光装置とで共用が可能なマークである。

## 【0072】

これまでの説明から明らかなように、本実施形態の露光装置 10 では、レチクルアライメント顕微鏡  $RA1$ 、 $RA2$  が  $X$  軸方向に可動となっているので、スキャン露光装置用のレチクルを用いたとしても、そのうちの適当な少なくとも 1 組のレチクル・アライメント・マークを用いることにより、レチクルアライメントを実行することができる。

## 【 0 0 7 3 】

前記投影光学系 P L は、レチクル R の下方でその光軸 A X 方向を Z 軸方向として不図示の本体コラムに保持され、光軸 A X 方向に所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメント（屈折光学素子）とこれらのレンズエレメントを保持する鏡筒から成る例えば両側テレセントリックな屈折光学系が用いられている。この投影光学系 P L としては、例えば、開口数 N. A. が 0. 5 2、投影倍率 1 / 4、像面側のイメージフィールドが直径約 4 1. 4 m m の円形で、ウエハ W 上に 0. 3 5  $\mu$  m 程度の線幅を持ったパターンを解像できるものが用いられている。この投影光学系 P L によると、 $(25 \times 25 + 33 \times 33)^{1/2} = 41.4$  が成立するので、25 m m  $\times$  33 m m の矩形の露光範囲を一度に露光することが可能である。

## 【 0 0 7 4 】

前記ステージ装置 4 2 は、ベース 5 4 と、このベース 5 4 上を図 1 における Y 方向に往復移動可能な Y ステージ 5 6 と、この Y ステージ 5 6 上を Y 方向と直交する X 方向に往復移動可能な X ステージ 5 8 と、この X ステージ 5 8 上に設けられた基板テーブル 6 0 とを有している。また、基板テーブル 6 0 上に、ほぼ円形のウエハホルダ 6 2 が載置され、このウエハホルダ 6 2 によってウエハ W が真空吸着によって保持されている。

## 【 0 0 7 5 】

図 4 には、ウエハホルダ 6 2 の平面図が概略的に示されている。この図 4 に示されるように、ウエハホルダ 6 2 は、ほぼ円形の外壁 6 4 とその中央部に位置する三つ葉状の内壁 6 6 とで囲まれた所定形状のバキューム領域 V A 内に、直径 0. 1 5 m m 程度で高さ 0. 0 2 m m 程度の多数のピン 6 8 がほぼ均等の間隔で全域に渡って配置されている。内壁 6 6 と外壁 6 4 の高さも、0. 0 2 m m 程度とされている。また、バキューム領域 V A 内には、中心角ほぼ 1 2 0° の間隔で、半径方向に沿って複数のバキューム口 7 0 が配置されている。ウエハホルダ 6 2 上にウエハ W が載置されたウエハ W のロード状態では、複数のバキューム口 7 0 を介して不図示のバキュームポンプの負圧により、ウエハ W 下面と内壁 6 6 と外壁 6 4 とで囲まれた空間内のピン 6 8 の隙間が真空吸引され、ウエハ W がウエハ

ホルダ 6 2 に吸着保持される。

【 0 0 7 6 】

ここで、ウエハホルダ 6 2 の外壁 6 4 のさらに外側には、図 4 に示されるように、周囲のほぼ全域に渡ってフランジ部 7 2 が形成されている。このフランジ部 7 2 には、所々に合計五つの U 字状の切り欠き 7 4 A ~ 7 4 E が形成されている。これらの切り欠き 7 4 A ~ 7 4 E は、ウエハ W の中心位置ずれと回転ずれとを求めるために、ウエハ W のエッジを検出するウエハエッジセンサを配置するために設けられている。すなわち、切り欠き 7 4 A ~ 7 4 E 内部分のフランジ部 7 2 の上側及び下側には、透過型の光検出器を構成する発光素子及び受光素子（又は受光素子及び発光素子）がそれぞれ配置される。切り欠き 7 4 A 内部分に配置されるセンサは、ノッチの方向を 0° の方向（6 時の方向）に向けて載置されるウエハ W のノッチを検出するために用いられる。切り欠き 7 4 B 内部分に配置されるセンサは、ノッチの方向を 9 0° の方向（3 時の方向）に向けて載置されるウエハ W のノッチを検出するために用いられる。切り欠き 7 4 C 内部分に配置されるセンサは、ノッチの方向を 0° の方向（6 時の方向）に向けて載置されるウエハ W の外周部の一部を検出するために用いられる。切り欠き 7 4 D 内部分に配置されるセンサは、載置されるウエハ W の向きにかかわらず、ウエハ W の外周部の一部を検出するために用いられる。切り欠き 7 4 E 内部分に配置されるセンサは、ノッチの方向を 9 0° の方向（3 時の方向）に向けて載置されるウエハ W の外周部の一部を検出するために用いられる。

【 0 0 7 7 】

図 1 に戻り、前記基板テーブル 6 0 は、X ステージ 5 8 上に X Y 方向に位置決めされ、かつ Z 軸方向の移動及び X Y 平面に対する傾斜が許容された状態で取り付けられている。そして、この基板テーブル 6 0 は、異なる 3 点の支持点で不図示の 3 本の軸によって支持されており、これら 3 本の軸がウエハ駆動装置 2 1（図 5 参照）によって独立して Z 軸方向に駆動され、これによって基板テーブル 6 0 上に保持されたウエハ W の面位置（Z 軸方向位置及び X Y 平面に対する傾斜）が所望の状態に設定されるようになっている。

【 0 0 7 8 】

この基板テーブル 6 0 上には移動鏡 2 7 が固定され、外部に配置された干渉計 3 1 により、基板テーブル 6 0 の X 方向、Y 方向及び  $\theta z$  方向（Z 軸回りの回転方向）の位置がモニタされ、干渉計 3 1 により得られた位置情報が主制御装置 2 8（図 5 参照）に供給されている。主制御装置 2 8 は、図 5 に示されるウエハ駆動装置 2 1（これは、X ステージ 5 8、Y ステージ 5 6 の駆動系及び基板テーブル 6 0 の駆動系の全てを含む）を介して Y ステージ 5 6、X ステージ 5 8 及び基板テーブル 6 0 の位置決め動作を制御すると共に、装置全体の動作を統括制御する。

#### 【 0 0 7 9 】

また、基板テーブル 6 0 上の一端部には、各種基準マークが形成された基準マーク板 FM が固定されている。この各種基準マークには、不図示のオフアクシス方式のアライメント検出系の検出中心から投影光学系 P L の光軸までの距離を計測するベースライン計測、レチクルアライメントなどに用いられる基準マークが含まれる。また、基板テーブル 6 0 の一端部には、スリットスキャン方式の空間像計測器の一部を構成している基準平面板（不図示）が固定されている。この基準平面板には、所定のスリットが形成されており、このスリットを介して基板テーブル 6 0 内部に入射した光を検出する受光光学素子が基板テーブル 6 0 の内部に設けられている。

#### 【 0 0 8 0 】

この露光装置本体 1 0 0 では、前述したレチクルアライメントなどの終了後、不図示のウエハアライメント検出系の検出信号に基づいて主制御装置 2 8 によりレチクル R とウエハ W との位置合わせ（アライメント）が行なわれ、後述する焦点検出系の検出信号に基づいて、レチクル R のパターン面とウエハ W 表面とが投影光学系 P L に関して共役となるように、かつ投影光学系 P L の結像面とウエハ W 表面とが一致する（ウエハ表面が投影光学系 P L の最良結像面の焦点深度の範囲内に入る）ように、主制御装置 2 8 により駆動装置 2 1 を介して基板テーブル 6 0 が Z 軸方向及び傾斜方向に駆動制御されて面位置の調整が行なわれる。このようにして位置決め及び合焦がなされた状態で、照明系ユニット I L U から射出された照明光 E L によりレチクル R のパターン領域 P A がほぼ均一な照度で照明

されると、レチクル R のパターンの縮小像が投影光学系 P L を介して表面にフォトレジストが塗布されたウエハ W 上に結像される。

#### 【 0 0 8 1 】

更に、本実施形態では、投影光学系 P L によるパターンの投影領域（この投影領域に対応するウエハ W 上の領域を以下「露光領域」と呼ぶ）内にウエハ W が位置したとき X Y 平面に平行な基準となる仮想的な面（基準面）に対するウエハ W 表面の Z 方向（光軸 A X 方向）の位置を検出するための斜入射光式の焦点検出系の一つであるの多点フォーカス位置検出系が設けられている。この多点フォーカス位置検出系は、図 1 に示されるように、投影光学系 P L の光軸に対して所定角度傾斜した方向からウエハ W 表面に多数の結像光束を照射する照射系 7 4 と、それらの結像光束のウエハ W 表面からの反射光を個別に受光する受光系 7 6 とを備えている。これを更に詳述すると、照射系 7 4 は、図 5 に示されるように、光ファイバ束 8 1、集光レンズ 8 2、パターン形成板 8 3、レンズ 8 4、ミラー 8 5 及び照射対物レンズ 8 6 等を含んで構成されている。また、受光系 7 6 は、集光対物レンズ 8 7、回転方向振動板 8 8、結像レンズ 8 9、受光用スリット板 9 8 及び多数のフォトセンサを有する受光器 9 0 等を含んで構成されている。

#### 【 0 0 8 2 】

ここで、この多点フォーカス位置検出系（7 4、7 6）の構成各部の作用を説明すると、露光光とは異なるウエハ W 上のフォトレジストを感光させない波長の照明光が、図示しない照明光源から光ファイバ束 8 1 を介して導かれている。光ファイバ束 8 1 から射出された照明光は、集光レンズ 8 2 を経てパターン形成板 8 3 を照明する。パターン形成板 8 3 を透過した照明光（光束）I L は、レンズ 8 4、ミラー 8 5 及び照射対物レンズ 8 6 を経てウエハ W 表面に投影され、ウエハ W 表面にはパターン形成板 8 3 上のパターンの像が投影結像される。ウエハ W で反射された照明光（パターン像の光束）I L は、集光対物レンズ 8 7、回転方向振動板 8 8 及び結像レンズ 8 9 を経て受光器 9 0 の手前側に配置された受光用スリット板 9 8 上に再結像される。ここで、受光器 9 0 は、ウエハ W 上に投影される複数のパターン像の反射光を個別に受光する複数のフォトダイオード等の受光センサを有し、受光用スリット板 9 8 には、各受光センサに対応するスリット

が設けられている。従って、受光用スリット板 9 8 上に再結像されたパターン像の光束は、それぞれのスリットを介して各受光センサで受光され、各受光センサからの検出信号（光電変換信号）はセンサ選択回路 9 3 を介して信号処理装置 9 1 に供給される。

#### 【 0 0 8 3 】

主制御装置 2 8 は、加振装置（例えばバイブレータや超音波振動子等） 9 2 を介して回転方向振動板 8 8 に振動を与える。各スリット像のウエハ W からの反射光は全て回転方向振動板 8 8 によって振動されているため、受光用スリット板 9 8 上に再結像される各パターン像と各受光素子とは相対的に振動している。信号処理装置 9 1 は、センサ選択回路 9 3 によって選択された受光器 9 0 上の複数の受光素子からの各検出信号を加振装置 9 2 の振動信号で同期検波してフォーカス信号（Sカーブ信号）を得て、このフォーカス信号を主制御装置 2 8 に供給する。

#### 【 0 0 8 4 】

なお、主制御装置 2 8 は、ウエハ W の表面が基準平面（例えば投影光学系 P L の結像面）と一致したとき、各フォーカス信号が 0 となるように、例えば、スリット板 9 8 の前面に配置された不図示のプレーン平行の角度を調整したり、あるいはフォーカス信号の値に電氣的にオフセットを加えたりして、予め各受光センサのキャリブレーションを行っている。

#### 【 0 0 8 5 】

図 6（A）には、パターン形成板 8 3 が示されている。この図 6（A）に示されるように、パターン形成板 8 3 には、5 行 5 列のマトリクス状の配置で、 $5 \times 5 = 25$  個の開口パターン  $P_{11} \sim P_{55}$  が形成されている。この場合、列方向（図 6（A）における左右方向で隣接する開口パターンの間隔は  $D_1$  であり、行方向（図 6（A）における上下方向で隣接する開口パターンの間隔は  $D_2$ （ $> D_1$ ）となっている。例えば、 $D_2 = 1.35 \times D_1$  である。また、図 6（A）において、1 行 1 列目の開口パターン  $P_{11}$  と 2 行 1 列目の開口パターン  $P_{21}$  との間には、開口パターン  $P_{60}$  が形成されている。また、1 行 5 列目の開口パターン  $P_{15}$  と 2 行 5 列目の開口パターン  $P_{25}$  との間には、開口パターン  $P_{70}$  が形成されて

いる。また、4 行 1 列目の開口パターン  $P_{41}$  と 5 行 1 列目の開口パターン  $P_{51}$  との間には、開口パターン  $P_{80}$  が形成されている。また、4 行 5 列目の開口パターン  $P_{45}$  と 5 行 5 列目の開口パターン  $P_{55}$  との間には、開口パターン  $P_{90}$  が形成されている。このように、パターン形成板 8 3 には、合計で 2 9 個の開口パターンが形成されている。

【 0 0 8 6 】

これらの開口パターンは、パターン形成板 8 3 の 4 辺の方向 (X, Y 方向) に対して 4 5 度傾斜したスリット状となっており、これらの開口パターンの像がウエハ W の表面の、投影光学系 P L によるレチクルパターンの投影領域 (露光領域) に投影される。

【 0 0 8 7 】

本実施形態では、照射系 7 4 からの像光束は、X Z 平面内で光軸 A X に対して所定角度  $\alpha$  傾斜した方向からウエハ W 面 (又は基準マーク板 F M 表面) に照射され、この像光束のウエハ W 面からの反射光束は、X Z 平面内で光軸 A X に対して前記照射系 7 4 からの像光束と対称に所定角度  $\alpha$  傾斜した方向に進んで受光系 7 6 によって前記の如く受光される。すなわち、上から見ると、照射系 7 4 からの像光束及びその反射光束は、X 軸に沿って一方から他方へ進む。

【 0 0 8 8 】

このため、ウエハ W 表面の露光領域 E f 内には、図 6 (B) に示されるように、X 軸、Y 軸に対して 4 5 度傾斜した 5 行 5 列のマトリクス状配置で  $5 \times 5$ 、合計 2 5 個のスリット状の開口パターン  $P_{11} \sim P_{55}$  を透過した第 1 の光束の第 1 の照射点が形成され、各第 1 の照射点にスリット状の開口パターン  $P_{11} \sim P_{55}$  の像 (以下、「スリット像」という)  $S_{11} \sim S_{55}$  が形成される。この場合、露光領域 E f が  $25\text{ mm} \times 33\text{ mm}$  の領域であり、この露光領域 E f 内に、5 行 5 列のスリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  が形成される。列方向 (図 6 (B) における左右方向で隣接するスリット像の間隔は  $d_1$  ( $d_1$  は例えば  $5.8\text{ mm}$ ) であり、行方向 (図 6 (B) における上下方向で隣接するスリット像の間隔は  $d_2$  ( $d_2$  は例えば  $7.8\text{ mm}$ ) となっている。

【 0 0 8 9 】



本実施形態の多点フォーカス位置検出系（74、76）において、上記スリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  は、それぞれの中心点を計測点として、ウェハWと所定の基準面、例えば投影光学系PLの結像面との光軸AX方向（Z軸方向）の偏差量、すなわちウェハWのZ位置を求めるためのものである。

## 【0090】

また、図6（B）に示されるように、開口パターンP60を透過した第2光束は、ウェハW表面上のスリット像  $S_{11}$  と  $S_{21}$  との間に第2照射点を形成し、該第2照射点にスリット像  $S_{60}$  を形成する。同様に、開口パターンP70を透過した第2光束は、ウェハW表面上のスリット像  $S_{15}$  と  $S_{25}$  との間に第2照射点を形成し、該第2照射点にスリット像  $S_{70}$  を形成する。また、開口パターンP80を透過した第2光束は、ウェハW表面上のスリット像  $S_{41}$  と  $S_{51}$  との間に第2照射点を形成し、該第2照射点にスリット像  $S_{80}$  を形成する。また、開口パターンP90を透過した第2光束は、ウェハW表面上のスリット像  $S_{45}$  と  $S_{55}$  との間に第2照射点を形成し、該第2照射点にスリット像  $S_{90}$  を形成する。

## 【0091】

スリット像  $S_{60} \sim S_{90}$  は、スリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  のそれぞれとほぼ同じ大きさであり、同様にX軸及びY軸に対して  $45^\circ$  傾いている。第1列のスリット像  $S_{11} \sim S_{51}$  のそれぞれの中心点、スリット像  $S_{60}$  の中心点、及びスリット像  $S_{80}$  の中心点は全てY軸に平行な同一直線上にある。また、スリット像  $S_{60}$  の中心点は、スリット像  $S_{11}$  の中心点とスリット像  $S_{21}$  の中心点との中点に位置する。また、スリット像  $S_{80}$  の中心点は、スリット像  $S_{41}$  の中心点とスリット像  $S_{51}$  の中心点との中点に位置する。

## 【0092】

上記と同様に、第5列のスリット像  $S_{15} \sim S_{55}$  のそれぞれの中心点、スリット像  $S_{70}$  の中心点、及びスリット像  $S_{90}$  の中心点は全てY軸に平行な同一直線上にある。また、スリット像  $S_{70}$  の中心点は、スリット像  $S_{15}$  の中心点とスリット像  $S_{25}$  の中心点との中点に位置する。また、スリット像  $S_{90}$  の中心点は、スリット像  $S_{45}$  の中心点とスリット像  $S_{55}$  の中心点との中点に位置する。

## 【0093】

前述の如く、スリット像  $S_{11} \sim S_{55}$ 、 $S_{60}$ 、 $S_{70}$ 、 $S_{80}$ 、 $S_{90}$  を形成する光束は、 $XZ$  平面をウエハ  $W$  に対する入射平面として、ウエハ  $W$  の表面に対して斜めに照射される。従って、ウエハ  $W$  の  $Z$  位置（高さ位置）が変化すると、各スリット像の照射位置も  $X$  軸方向（同一行のスリット像、例えばスリット像  $S_{11} \sim S_{15}$  の並ぶ方向）に沿って移動する。

## 【 0 0 9 4 】

なお、本実施形態では、焦点位置検出用として  $5 \times 5$ （= 25 個）のスリット像が露光領域  $E_f$  内に配置されるが、露光領域  $E_f$  内の全域に渡ってほぼ均等な間隔でスリット像  $S$  が配置されるのであれば、スリット像  $S$  の数はいくつでも良い。

## 【 0 0 9 5 】

図 6（C）には、多点フォーカス位置検出系（74、76）の受光器 90 が示されている。この受光器 90 上にスリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  に対応して 5 行 5 列のマトリクス状にフォトダイオード等から成る第 1 受光センサとしてのフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  が配置されている。これらのフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  のそれぞれは、 $X$  軸、 $Y$  軸に 45 度傾斜して配置されている。これに対応して、受光器 90 の前面（図 1 における下面）側に配置された受光用スリット板 98 には、これらのフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  にそれぞれ対向して、 $X$  軸、 $Y$  軸に対し 45 度傾斜したスリットがそれぞれ形成されている。これにより、スリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  の反射光以外の光（例えば迷光）が入射しないようになっている。

## 【 0 0 9 6 】

この場合、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  に対向する受光用スリット板 98 のスリット上に図 6（B）のスリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  がそれぞれ再結像される。そして、ウエハ  $W$  の表面で反射された光を、回転方向振動板 88 で回転振動することで、受光用スリット板 98 上では再結像された各像の位置が図 6（C）における矢印  $RD$  方向に振動する。従って、各フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  の検出信号がセンサ選択回路 93 を介して信号処理装置 91 により、回転振動周波数の信号で同期検波される。

## 【 0 0 9 7 】

また、図 6 (C) において、フォトセンサ  $D_{11}$  と  $D_{21}$  との間には、X 軸方向に所定長さで伸びる第 2 受光センサとしてのトラッキングセンサ  $D_{60}$  が配置されている。受光用スリット板 98 のこのトラッキングセンサ  $D_{60}$  に対向する部分には、X 軸方向にトラッキングセンサ  $D_{60}$  に対応して伸びる細長いスリット状の開口が形成されている。トラッキングセンサ  $D_{60}$  は、同一行のフォトセンサ例えば、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{15}$  の並ぶ方向 (X 軸方向) に複数の受光領域が配列されたアレイセンサである。トラッキングセンサ  $D_{60}$  は、スリット像  $S_{60}$  からの反射光 (スリット像の像光束) を受光すると、検出信号をセンサ選択回路 93 を介して信号処理装置 91 に出力する。信号処理装置 91 は、トラッキングセンサ  $D_{60}$  の中心部を基準位置 AC (以下、中心位置「AC」と呼ぶ) として、スリット像  $S_{60}$  からの反射光の受光位置とこの中心位置 AC とのずれ量及びずれの方向を計測する。この中心位置 AC はフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  の第 1 列のフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{51}$  の中心点を結ぶ直線上にある。すなわち、スリット像  $S_{60}$  からの反射光がトラッキングセンサ  $D_{60}$  の中心点に照射されたとき、スリット像  $S_{60}$  が形成された照射点におけるウエハ W の Z 位置はベストフォーカス位置とほぼ一致している。

#### 【0098】

上記と同様に、図 6 (C) において、受光器 90 上のフォトセンサ  $D_{15}$  と  $D_{25}$  との間、フォトセンサ  $D_{41}$  と  $D_{51}$  の間、及びフォトセンサ  $D_{45}$  と  $D_{55}$  との間には、X 軸方向に所定長さで伸びる第 2 受光センサとしてのトラッキングセンサ  $D_{70}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{90}$  が、それぞれ配置されている。これらのトラッキングセンサ  $D_{70}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{90}$  としては、フォトセンサ  $D_{60}$  と同一の構成のアレイセンサが用いられている。そして、受光用スリット板 98 のこれらのトラッキングセンサ  $D_{70}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{90}$  にそれぞれ対向する部分には、トラッキングセンサ  $D_{70}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{90}$  に対応して X 軸方向に伸びる細長いスリット状の開口がそれぞれ形成されている。そして、トラッキングセンサ  $D_{70}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{90}$  は、スリット像  $S_{70}$ 、 $S_{80}$ 、 $S_{90}$  からの反射光を受光すると、検出信号をセンサ選択回路 93 を介して信号処理装置 91 に出力する。信号処理装置 91 は、スリット像  $S_{70}$ 、 $S_{80}$ 、 $S_{90}$  からの反射光のトラッキングセンサ  $D_{70}$

0、D 8 0、D 9 0 による受光位置と各々のトラッキングセンサの中心位置 A C とのずれ量及びずれの方向を計測する。トラッキングセンサ D 8 0 の中心位置 A C は第 1 列のフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{51}$  の中心点を結ぶ直線上にある。また、トラッキングセンサ D 7 0、D 9 0 それぞれの中心位置 A C は第 5 列のフォトセンサ  $D_{15} \sim D_{55}$  の中心点を結ぶ直線上にある。従って、スリット像 S 7 0、S 8 0、S 9 0 からの反射光がトラッキングセンサ D 7 0、D 8 0、D 9 0 の中心点に照射されたとき、スリット像 S 7 0、S 8 0、S 9 0 が形成されたそれぞれの照射点におけるウエハ W の Z 位置はベストフォーカス位置とほぼ一致している。

#### 【 0 0 9 9 】

センサ選択回路 9 3 は、主制御装置 2 8 からの指令に応じ、 $n$  本 ( $n$  は、例えば 1 0) の光電変換信号の出力線 ( $O_1 \sim O_n$  とする) のうちの、特定の出力線、例えば  $O_n$  に前述したアレイセンサから成る四つのトラッキングセンサ D 6 0、D 7 0、D 8 0、D 9 0 のいずれか一つの検出信号を出力させるとともに、残りの出力線  $O_1 \sim O_{n-1}$  のそれぞれに、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  の内から選択された ( $n - 1$ ) 個、例えば 9 個のフォトセンサの検出信号を個別に出力させる回路である。

#### 【 0 1 0 0 】

信号処理装置 9 1 の内部には、例えば、 $n$  本の出力線  $O_1 \sim O_n$  のそれぞれに個別に接続された  $n$  個の信号処理回路と、これらの信号処理回路からの出力信号をデジタル変換するとともに、シリアルデータとして主制御装置 2 8 に出力する信号出力回路等が設けられている。

#### 【 0 1 0 1 】

次に、上述のようにして構成された本実施形態の露光装置本体 1 0 0 により、レチクル R のパターンをウエハ W 上の各ショット領域に順次転写するに際し、ファーストショットの露光に先立って行われる、ウエハ W のフォーカス・レベリング制御について簡単に説明する。前提として、レチクルアライメント、ベースライン計測、及びウエハアライメント等の準備作業は終了しているものとする。また、レチクルブラインド 3 2 は、レチクル R のパターン領域 P A の大きさに合わせてその開口が設定されているものとする。

## 【 0 1 0 2 】

最初に、ウエハW上に図7（A）に示されるようなショット領域  $SA_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) が形成されている場合について説明する。

## 【 0 1 0 3 】

この場合、いずれのショット領域  $SA_m$  もいわゆる欠けショットではないため、主制御装置28は、メモリ内に予め格納されているショットマップデータに基づいて、あるいはオペレータによって入力された指令に応じて、トラッキングセンサD60、D70、D80、D90の任意の一つの選択指令と、デフォルト設定に従った受光センサの選択指令とをセンサ選択回路93に与える。これにより、センサ選択回路93によって、例えばトラッキングセンサD60、フォトセンサD<sub>11</sub>、D<sub>15</sub>、D<sub>22</sub>、D<sub>24</sub>、D<sub>33</sub>、D<sub>42</sub>、D<sub>44</sub>、D<sub>51</sub>、D<sub>55</sub>が10本の各信号出力線O<sub>1</sub>～O<sub>10</sub>にそれぞれ接続される。

## 【 0 1 0 4 】

次いで、主制御装置28は、ウエハアライメント結果に基づいて、ウエハ駆動装置21を介してXステージ58、Yステージ56を駆動し、基板テーブル60に保持されたウエハW上のファーストショットをレチクルパターンの投影位置に位置決めする。

## 【 0 1 0 5 】

次いで、照射系74から照明光ILが照射されるとウエハW上に前述したようにして、スリット像S<sub>11</sub>～S<sub>55</sub>、及びS<sub>60</sub>～S<sub>90</sub>が形成される。但し、このとき、ウエハWの表面がベストフォーカス位置から+Z方向にずれているとすると、スリット像S<sub>11</sub>～S<sub>55</sub>、S<sub>60</sub>～S<sub>90</sub>からの反射光は受光器90の前側の受光用スリット板98上において図6（C）における左側にシフトする。このとき、ウエハWの表面の+Z方向のずれ量が、ある値より小さい場合、すなわち、スリット像S<sub>11</sub>～S<sub>55</sub>からの反射光の受光用スリット板98上のずれ量が、X軸方向のフォトセンサ間隔より小さければ、スリット像S<sub>11</sub>～S<sub>55</sub>の像光束は、いずれもフォトセンサによって受光されない。この一方、ウエハWの表面の+Z方向のずれ量が、上記のある値にほぼ一致した場合には、スリット像S<sub>11</sub>～S<sub>55</sub>の像光束が、それぞれに対応するフォトセンサの一つ左隣のフォトセンサに入射す

る（以下、このような状態を「ピッチずれ」と呼ぶ）。第5列のフォトセンサ（ $D_{15}$ 、 $D_{25}$ 、 $D_{35}$ 、 $D_{45}$ 、 $D_{55}$ ）以外のフォトセンサセンサDがスリット像からの反射光を受光する。

## 【0106】

上記のいずれの場合も、スリット像S60からの反射光は、トラッキングセンサD60の中心位置ACから図6（C）の左側に位置する受光領域で受光されており、その検出信号がセンサ選択回路93を介して信号処理装置91に出力される。信号処理装置91は、前述したようにして、スリット像S60からの反射光の受光位置の中心位置ACからのずれの方向とずれ量を計測して、主制御装置28に出力する。主制御装置28は、スリット像S60からの反射光がトラッキングセンサD60の中心位置ACに来るように、基板テーブル60をサーボ制御してウエハWのZ位置をベストフォーカス位置の近傍に配置する。

## 【0107】

一方、ウエハWの表面がベストフォーカス位置から-Z方向にずれているとすると、スリット像 $S_{11} \sim S_{55}$ 、S60～S90は受光用スリット板98上において図6（C）における右側にシフトする。この場合も、ずれ量の大小に応じて、スリット像 $S_{11} \sim S_{55}$ からの像光束は、いずれもフォトセンサによって受光されないか、第1列のフォトセンサ（ $D_{11}$ 、 $D_{21}$ 、 $D_{31}$ 、 $D_{41}$ 、 $D_{51}$ ）以外のフォトセンサDがスリット像からの反射光を受光する（ピッチずれ状態）。

## 【0108】

上記のいずれの場合も、スリット像S60からの反射光は、トラッキングセンサD60の中心位置ACの右側に位置する受光領域で受光されており、その検出信号がセンサ選択回路93を介して信号処理装置91に出力される。信号処理装置91は、前述したようにして、スリット像S60からの反射光の受光位置の中心位置ACからのずれの方向とずれ量を計測して、主制御装置28に出力する。主制御装置28は、スリット像S60からの反射光がトラッキングセンサD60の中心位置ACに来るように、基板テーブル60をサーボ制御してウエハWのZ位置をベストフォーカス位置の近傍に配置する。

## 【0109】

このようにして、ウエハWのZ位置が調整されると、Z位置検出用のスリット像 $S_{11} \sim S_{55}$ はそれぞれ対応するフォトセンサ $D_{11} \sim D_{55}$ 上に再結像される。但し、この場合、フォトセンサ $D_{11}$ 、 $D_{15}$ 、 $D_{22}$ 、 $D_{24}$ 、 $D_{33}$ 、 $D_{42}$ 、 $D_{44}$ 、 $D_{51}$ 、 $D_{55}$ のみが選択されているので、これらのフォトセンサがそれぞれ図5における信号処理装置91に検出信号を出力する。信号処理装置91は、それぞれの検出信号に対応したフォーカス信号を主制御装置28に出力する。そして、主制御装置28は、各フォーカス信号に基づいて選択された各計測点のZ位置を計測し、それらのZ位置に基づいて例えばウエハW上の領域の仮想平面を求め、ウエハW上のショット領域（露光領域Efに一致）がベストフォーカス位置と一致するようにウエハ駆動装置21を介して基板テーブル60のZ駆動及びXY平面に対する傾斜を制御する。すなわち、このようにしてウエハWのフォーカス・レベリング制御を行う。

## 【0110】

このように、本実施形態では、ウエハWのZ位置のベストフォーカス位置からのずれ量とずれの方向とを同時に知ることができ、ピッチずれが生じているときでも速やかにウエハ表面をベストフォーカス位置の近傍に配置することが可能となっている。

## 【0111】

なお、トラッキングセンサ $D_{60}$ 、 $D_{70}$ 、 $D_{80}$ 、 $D_{90}$ をX軸方向に長くすることによって、スリット像 $S_{11} \sim S_{55}$ からの反射光束の位置ずれが、フォトセンサのX軸方向の間隔より大きくなってもウエハW表面のZ位置を速やかにベストフォーカス位置の近傍に移動できる。

## 【0112】

そして、主制御装置28では、照明ユニットILU内のシャッタを開いて露光用照明光ELによりレチクルRを照射してウエハWのファーストショットにレチクルRのパターンを転写する。

## 【0113】

その後、主制御装置28では、Yステージ56及びXステージ58の駆動を制御してウエハW上のセカンドショット以降のショット領域をレチクルパターンの

投影領域に順次位置決めしつつ、レチクルRのパターンを転写する。セカンドショット以降においても、ファーストショットの場合と同様に、トラッキングセンサを使用するフォーカス・レベリング制御は可能である。但し、ファーストショットを露光する際に、ウエハ表面はベストフォーカス位置とほぼ一致しているため、セカンドショット以降に露光を行う場合に、ウエハW表面とベストフォーカス位置とが大きくずれることはない。従って、セカンドショット以降の露光を行うときには、上述したトラッキングセンサを用いてウエハ表面をベストフォーカス位置の近傍に配置する動作を行う必要はなく、上述したフォトセンサを用いてフォーカス・レベリング制御のみを行うようにしても良い。

## 【0114】

次に、ウエハW上に図7(B)に示されるようなショット領域 $SA_m$  ( $m=1, 2, \dots, P$ ) が形成されている場合について説明する。この場合、ショット領域 $SA_m$ の一部は、いわゆる欠けショットとなっている。この場合、ファーストショットとして選択される可能性が高いのは、ショット領域 $SA_1$ 、 $SA_8$ 、 $SA_k$ 、 $SA_p$ の四つの欠けショット領域である。この場合、ファーストショットとしてショット領域 $SA_1$ が決定されている場合には、主制御装置28では、ショットマップデータに基づいて、あるいはオペレータによって入力された指令に応じて、トラッキングセンサD90の選択指令をセンサ選択回路93に与える。また、ファーストショットとしてショット領域 $SA_8$ が決定されている場合には、主制御装置28では、同様にして、トラッキングセンサD80の選択指令をセンサ選択回路93に与える。また、ファーストショットとしてショット領域 $SA_k$ が決定されている場合には、主制御装置28では、同様にして、トラッキングセンサD70の選択指令をセンサ選択回路93に与える。また、ファーストショットとしてショット領域 $SA_p$ が決定されている場合には、主制御装置28では、同様にして、トラッキングセンサD60の選択指令をセンサ選択回路93に与える。また、主制御装置28では、いずれの場合もデフォルト設定に従ったフォトセンサの選択指令をセンサ選択回路93に与える。

## 【0115】

これにより、センサ選択回路93によって、トラッキングセンサD60、D7



0、D 8 0、D 9 0 の内の選択されたトラッキングセンサが信号出力線  $O_{10}$  に接続され、フォトセンサ  $D_{11}$ 、 $D_{15}$ 、 $D_{22}$ 、 $D_{24}$ 、 $D_{33}$ 、 $D_{42}$ 、 $D_{44}$ 、 $D_{51}$ 、 $D_{55}$  が残りの 9 本の各信号出力線  $O_1 \sim O_9$  にそれぞれ接続される。

## 【 0 1 1 6 】

次いで、主制御装置 2 8 により、上記と同様にして、ウエハアライメント結果に基づいて、ウエハ駆動装置 2 1 を介して X ステージ 5 8、Y ステージ 5 6 を駆動し、基板テーブル 6 0 に保持されたウエハ W 上の決定されたファーストショットをレチクルパターンの投影位置に位置決めする。そして、上述と全く同様にして、選択されたトラッキングセンサ (D 6 0、D 7 0、D 8 0、D 9 0 の所定の一つ) の検出信号がセンサ選択回路 9 3 を介して信号処理装置 9 1 に出力される。信号処理装置 9 1 は、前述と同様にして、選択されたトラッキングセンサにおける対応するスリット像からの反射光の受光位置の中心位置 A C からのずれの方向とずれ量を計測して、主制御装置 2 8 に出力する。主制御装置 2 8 は、スリット像からの反射光がその選択されたトラッキングセンサの中心位置 A C に来るように、基板テーブル 6 0 をサーボ制御してウエハ W の Z 位置をベストフォーカス位置の近傍に配置する。

## 【 0 1 1 7 】

以後、図 7 (A) のウエハ W 上の各ショット領域を露光する場合と同様の動作が行われる。このように、本実施形態では、ファーストショットとしてウエハ W 上のどこに位置する欠けショット領域が決定されても、支障無く、ウエハ表面をベストフォーカス位置の近傍に配置することが可能となっている。

## 【 0 1 1 8 】

図 8 (A) には、照射系 7 4 内のパターン形成板の変形例が示されている。この図 8 (A) に示されるパターン形成板 8 3' には、開口パターン  $P_{11} \sim P_{55}$  及び  $P_{60} \sim P_{90}$  とは別に、第 2 行第 3 列の開口パターン  $P_{23}$  と第 3 行第 3 列の開口パターン  $P_{33}$  との間に開口パターン  $P_{100}$  が形成されている。

## 【 0 1 1 9 】

図 8 (B) には、図 8 (A) のパターン形成板 8 3' を用いたときにウエハ W 表面の露光領域 E f 内に形成されるスリット像が示されている。この場合、パタ

ーン形成板 8 3' の開口パターン  $P_{11} \sim P_{55}$  のスリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  及び開口パターン  $P_{60} \sim P_{90}$  のスリット像  $S_{60} \sim S_{90}$  とは別に、開口パターン  $P_{100}$  のスリット像  $S_{100}$  が形成されている。

# 【 0 1 2 0 】

図 8 (C) には、図 8 (A) のパターン形成板 8 3' に対応して受光系 7 6 内に設けられた変形例の受光器 9 0' が示されている。この図 8 (C) に示される受光器 9 0' には、前述した図 6 (C) におけるトラッキングセンサ  $D_{60} \sim D_{90}$  に代わりに、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  と同じ構成のトラッキングセンサ  $D_{600} \sim D_{900}$  が第 2 受光センサとして配置されている。これらのトラッキングセンサ  $D_{600} \sim D_{900}$  は、図 6 (C) のトラッキングセンサ  $D_{60} \sim D_{90}$  と同様に「ピッチずれ」を検出するためのものであるが、トラッキングセンサ  $D_{600} \sim D_{900}$  はウエハ W 表面のスリット像  $S_{60} \sim S_{90}$  からの反射光の入射の有無によつて「ピッチずれ」の有無を検出するもので、スリット像  $S_{60} \sim S_{90}$  からの反射光が入射したときにのみ検出信号を出力する。さらに、図 8 (C) の受光器 9 0' には、第 2 行目のフォトセンサ  $D_{21} \sim D_{25}$  と第 3 行目のフォトセンサ  $D_{31} \sim D_{35}$  との間に、スリット像  $S_{100}$  からの反射光を受光するためのセンサとして方向弁別センサ  $D_{100}$  が配置されている。この方向弁別センサ  $D_{100}$  は、同一行のフォトセンサ、例えばフォトセンサ  $D_{21} \sim D_{25}$  の並ぶ方向（図 8 における紙面内左右方向）に延びており、例えばフォトセンサ  $D_{21}$  とフォトセンサ  $D_{25}$  との間隔とほぼ等しい長さを有している。また、方向弁別センサ  $D_{100}$  は、その長手方向の中心点を境として、受光領域  $D_{100a}$  と受光領域  $D_{100b}$  とに 2 分割されている。方向弁別センサ  $D_{100}$  は、スリット像  $S_{100}$  からの反射光を受光して、ウエハ W 表面が投影光学系 P L の結像面に対して + Z 方向にずれているか、- Z 方向にずれているかを判別するためのものである。例えば、方向弁別センサ  $D_{100}$  は、スリット像  $S_{100}$  からの反射光が受光領域  $D_{100a}$  に入射したときには、ウエハ W 表面がベストフォーカス位置から - Z 方向にずれていることを知らせる検出信号を出力し、スリット像  $S_{100}$  からの反射光が受光領域  $D_{100b}$  に入射したときにはウエハ W 表面がベストフォーカス位置から + Z 方向にずれていることを知らせる検出信号を出力する。

## 【 0 1 2 1 】

主制御装置 2 8 は、図 8 (A) のパターン形成板 8 3' と図 8 (C) の受光器 9 0' を使用する場合には、方向弁別センサ D 1 0 0 の出力に基づいてウエハ W 表面の Z 位置を調整するとともに、トラッキングセンサ D 6 0 0 ~ D 9 0 0 のうちの選択された少なくとも一つのセンサからの検出信号の有無に基づいて「ピッチずれ」が生じているか否かをチェックしている。従って、スリット像  $S_{11} \sim S_{55}$  からの反射光がそれぞれ対応するフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  に入射するように、ウエハ W 表面の Z 位置をベストフォーカス位置の近傍に速やかに移動することができる。ウエハ W 表面の Z 位置がベストフォーカス位置の近傍に移動すると、主制御装置 2 8 は、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  のうちの選択された少なくとも一つのフォトセンサからの検出信号に基づいて基板テーブル 6 0 の Z 駆動（及び X Y 平面に対する傾斜）を制御し、ウエハ W 表面と投影光学系 P L の最良結像面との位置関係の調整を行っている。図 8 (A) 及び (C) の変形例に係るパターン形成板 8 3' 及び受光器 9 0' を用いた場合にも、前述したパターン形成板 8 3 及び受光器 9 0 を使う場合と同様に、露光対象とするショット領域のウエハ W 上での位置に応じて、トラッキングセンサ D 6 0 0 ~ D 9 0 0 の一部を選択して使うようにすれば良い。

## 【 0 1 2 2 】

なお、トラッキングセンサと方向弁別センサを用いたフォーカス・レベリング制御の基本概念は特開平 7 - 1 3 0 6 3 5 号公報に開示されている。

## 【 0 1 2 3 】

次に、本実施形態の露光装置本体 1 0 0 を用いて、スキャン露光装置とのミックス・アンド・マッチを行う場合について説明する。

## 【 0 1 2 4 】

ここでは、図 9 示されるように、露光領域 E f' が、2 5 m m × 8 m m で、一つのショット領域 S A' が 2 5 m m × 3 3 m m の長方形である K r F スキャナを、スキャン露光装置として用いるものとする。この K r F スキャナは、ウエハ側のイメージフィールドが直径  $d = (8^2 + 25^2)^{1/2} \approx 26.25$  m m の円形である投影光学系 P L' を備えている。なお、この図 9 では、露光領域 E f' が矢

印 S D の方向に走査されるように図示されているが、実際には、露光領域 E f' が固定でウエハ W が矢印 S D と反対向きに走査される。

## 【 0 1 2 5 】

この場合、図 9 から明らかなように、本実施形態の露光装置本体 1 0 0 の露光領域 E f のサイズと K r F スキャナのショット領域 S A' のサイズとが一致している。このため、このミックス・アンド・マッチを行うに当たって、従来の i 線ステッパと異なり、いわゆる 1 i n 1 の露光を行うことが可能となっている。勿論、このミックス・アンド・マッチでは、クリティカルレイヤについては K r F スキャナを用いて露光を行い、0. 3 5  $\mu$  m ラインアンドスペース以上のミドルレイヤ、又はノンクリティカルレイヤについては、露光装置本体 1 0 0 を用いて露光を行う。本実施形態の露光装置本体 1 0 0 では、2 0 0 m m ウエハで 1 時間当たり 1 2 0 枚という高スループットを実現することが可能である。

## 【 0 1 2 6 】

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、照射系 7 4 と受光系 7 6 ( フォトセンサ D<sub>11</sub> ~ D<sub>55</sub>、トラッキングセンサ D 6 0, D 7 0, D 8 0, D 9 0 あるいはトラッキングセンサ D 6 0 0, D 7 0 0, D 8 0 0, D 9 0 0、方向弁別センサ D 1 0 0 等を含む) とから成る多点焦点位置検出系、基板テーブル 6 0、ウエハ駆動装置 2 1 及び主制御装置 2 8 等を含んで面位置調整装置が構成されている。

## 【 0 1 2 7 】

以上詳細に説明したように、本実施形態の露光装置 1 0 は、スキャン露光装置、例えば K r F スキャナにおけるウエハ上の一つのショット領域 ( 区画領域) を、レチクル R とウエハ W とをほぼ静止した状態で、レチクル R から射出された露光光 E L をウエハ W に投射して一括して露光可能な大きさのイメージフィールドを有する投影光学系 P L を備えている。このため、前述したミックス・アンド・マッチを行うに際して、K r F スキャナ等のスキャン露光装置で 1 度に露光が可能なショット領域を一度に露光することができる。従って、1 i n 1 露光により、スキャン露光装置の露光可能な最大範囲をショット領域として設定でき、これにより、スキャン露光装置の能力を最大限に発揮させることができる。また、ス

キャン露光装置と露光装置10とは、ショット中心が一緒なので重ね合せによるショット回転、ショット倍率等の残留誤差を極力抑制することが可能となる。

#### 【0128】

従って、半導体素子などのデバイスを製造するリソグラフィ工程に、スキャン露光装置による露光工程が含まれている場合には、本実施形態の露光装置10とのミックス・アンド・マッチを採用することによって、高精度化、高スループット化を実現できる。

#### 【0129】

また、本実施形態の露光装置10で使用するレチクルRは、ガラス基板の一方の面に回路パターンの他に、スキャン露光装置用のレチクル・アライメント・マーク $R_{xy1} \sim R_{xy14}$ と、静止型露光装置で通常用いられる一対のレチクル・アライメント・マーク $R_{x1y}$ ,  $R_{x2\theta}$ とが含まれている。このため、例えばミックス・アンド・マッチを行う場合等に、このレチクルRは、スキャン露光装置、静止型露光装置のいずれでも使用することが可能である。また、このレチクルRを本実施形態の露光装置10で用いる場合、一対のレチクルアライメント顕微鏡RA1, RA2がX軸方向に可動なので、レチクル・アライメント・マーク $R_{xy1} \sim R_{xy14}$ の内のY軸方向中央位置に位置する一対のレチクル・アライメント・マーク $R_{xy13}$ ,  $R_{xy14}$ を用いてレチクルアライメントを行うことも可能である。また、本実施形態の露光装置10では、一対のレチクルアライメント顕微鏡RA1, RA2がX軸方向に可動なので、スキャン露光装置で用いられるレチクル（スキャン露光装置用のレチクル・アライメント・マークのみが形成されている）を用いても、支障無くレチクルアライメントを実行することが可能である。

#### 【0130】

また、レチクルRには、スリットスキャン方式の空間像計測器による投影光学系PLの結像特性計測の際に、空間像計測に用いられる計測用パターン $MPMa_1$ ,  $MPMb_1$ ,  $MPMa_2$ ,  $MPMb_2$ ,  $MPMc_1$ ,  $MPMc_2$ ,  $MPMd_1$ ,  $MPMd_2$ が設けられている。このため、このレチクルRを用いる場合には、計測用パターンが形成された空間像計測専用の計測レチクル（テストレチクル）を用意する必要

はない。勿論、空間像計測に際しては、各計測用パターンの周囲部分のみが露光光 E L によって照明されるように、レチクルブラインド 3 2 の開口の位置、大きさを変更する必要がある。

#### 【 0 1 3 1 】

また、本実施形態の露光装置では、焦点位置検出系 (7 4, 7 6) を構成する照射系 7 4 が、Z 位置追従用のスリット像 S 6 0, S 7 0, S 8 0, S 9 0 (第 2 照射点) を、レチクル R のパターン領域 P A 内の回路パターンが投影されるウエハ W 上の投影領域 (露光領域) E f 内の四つのコーナー近傍に各一つ形成するとともに、各第 2 照射点からの反射光束 (スリット像の光束) を個別に受光可能なトラッキングセンサ D 6 0, D 7 0, D 8 0, D 9 0 (あるいは、D 6 0 0, D 7 0 0, D 8 0 0, D 9 0 0) が設けられている。このため、投影領域が矩形の一部が欠けているような形状であっても、すなわち、露光対象のショット領域がいわゆる欠けショットであっても、少なくとも一つの第 2 照射点 (スリット像 S 6 0, S 7 0, S 8 0, S 9 0 のいずれか) をそのウエハ W (ショット領域) 上に形成することができ、その反射光束に対応するトラッキングセンサの出力に基づいて、主制御装置 2 8 が、基板テーブル 6 0 を移動させることによって、基板テーブル 6 0 上に保持されたウエハ W を投影光学系 P L の最良結像面の近傍に配置することができる。そして、ウエハ W が投影光学系 P L の最良結像面の近傍に配置された後、複数の第 1 の照射点 (スリット像 S<sub>11</sub> ~ S<sub>55</sub>) からの像光束が対応するフォトセンサ D<sub>11</sub> ~ D<sub>55</sub> で個別に受光される。そして、主制御装置 2 8 は、選択されたフォトセンサからの偏差信号に基づいて、ウエハ W 表面を投影光学系 P L の最良結像面にほぼ一致させるように基板テーブル 6 0 の光軸方向の駆動を制御する。これにより、露光対象のショット領域がいわゆる欠けショットであっても、ウエハ W の光軸方向に関する位置ずれを速やかに調整することができ、ウエハ表面を投影光学系 P L の最良結像面に速やかにほぼ一致させることができる。

#### 【 0 1 3 2 】

従って、本実施形態の露光装置 1 0 では、ウエハ W 上にいわゆる欠けショットを設けても特に支障は生じないので、前述した図 7 (A) のようなショット領域

の配置のみでなく、図7(B)のようなショット領域の配置が可能となる。これら図7(A)と図7(B)とを比べると明らかなように、ウエハの面積利用効率を向上させることができるとともに、ウエハW上のショット領域の配置に際してその自由度を向上させることができる。

## 【0133】

また、本実施形態では、投影領域Ef内の四つのコーナー近傍に各一つの第2照射点が形成され、各第2照射点に対応してトラッキングセンサが個別に設けられているので、最初に露光が行われるファーストショットとして、ウエハW上のどの位置のショット領域（欠けショットを含む）を決定（選択）しても支障はない。このため、ショット領域の露光順序の決定（選択）の際の自由度をも向上させることができる。

## 【0134】

しかしながら、本発明がこれに限定されるものではなく、トラッキングセンサは、少なくとも一つ設ければ良く、このトラッキングセンサに対応するスリット像（第2照射点）が、ウエハW上のレチクルパターンの投影領域のいずれかのコーナー近傍に形成されれば良い。かかる場合であっても、ファーストショットとしてウエハW上の適当な位置に存在するショット領域を選択することにより、そのショット領域がいわゆる欠けショットであっても、ウエハの光軸方向に関する位置ずれを速やかに調整することができる。

## 【0135】

あるいは、Z追従用のスリット像（第2照射点）をウエハ上のレチクルパターンの投影領域の四つのコーナーにそれぞれ複数形成し、これらのスリット像からの反射光を個別に受光するトラッキングセンサを第2照射点の数に対応する数だけ設けても良い。この場合、各第2照射点は、図10に示されるように、投影領域EfをXY2次元方向に沿って四つの矩形領域Ef1～Ef4に分割し、かつ各分割領域EFi（i=1、2、3、4）をその対角線に沿って2分割した二つの三角形領域のうちの外側に位置する領域（図10中の斜線部）内に、配置することとすることができる。

## 【0136】

また、上記実施形態では、四つのトラッキングセンサの内から使用するトラッキングセンサを、ファーストショットのウエハ上の位置に応じて選択する場合について説明したが、これは、レチクルパターンが投影光学系 P L により投影されるウエハ上の投影領域 E f が、矩形の一部が欠けている欠けショットである場合に、その形状に応じ適切なトラッキングセンサを選択していることに他ならない。従って、上述の如く、Z 追従用のスリット像（第 2 照射点）をウエハ上のレチクルパターンの投影領域の四つのコーナーにそれぞれ複数形成し、これらのスリット像からの反射光を個別に受光するトラッキングセンサを第 2 照射点の数に対応する数だけ設ける場合に、ショット領域のサイズに応じて使用するトラッキングセンサを選択するようにしても良い。あるいは、複数のトラッキングセンサがある場合に、必ずしも使用するトラッキングセンサを選択できるようにしなくても良い。

## 【 0 1 3 7 】

同様に、上記実施形態では、複数のフォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  の内から使用するフォトセンサが任意に選択可能である場合について説明したが、これに限らず、全てのフォトセンサを同時に使用することとしても良い。

## 【 0 1 3 8 】

また、上記実施形態では、ウエハ W 表面が投影光学系 P L の最良結像面の近傍に配置されたとき、選択されたトラッキングセンサを、フォーカス・レベリング制御のために、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  の内の選択されたものと併用することとしても良い。ウエハ W 表面が投影光学系 P L の最良結像面の近傍にあるとき、トラッキングセンサ  $D_{60} \sim D_{90}$  の場合は、検出信号として光軸方向に関するウエハ W 表面の所定の基準面に対する偏差量に対応した信号を実質的に出力し、トラッキングセンサ  $D_{600} \sim D_{900}$  としては、フォトセンサ  $D_{11} \sim D_{55}$  と同様のセンサが用いられているからである。

## 【 0 1 3 9 】

なお、上記実施形態では、ミックス・アンド・マッチに用いられるスキャン露光装置における一つのショット領域（区画領域）が、 $25\text{ mm} \times 33\text{ mm}$  の長方形形状であるものとしたが、これに限らず、 $26\text{ mm} \times 33\text{ mm}$  のサイズの長方形



状であっても良い。この場合、上記実施形態と同様に、レチクルとしては、6インチサイズのレチクルを用い、投影光学系PLの投影倍率は $1/4$ 倍であることとすることができる。

#### 【0140】

あるいは、スキャン露光装置における一つのショット領域（区画領域）は、 $22\text{ mm} \times 26\text{ mm}$ のサイズの長形状であることとすることができる。この場合、レチクルは、6インチサイズのレチクルを用い、投影光学系PLとして投影倍率が $1/5$ 倍のものをを用いることとすることができる。

#### 【0141】

これらの場合も、上記実施形態と同様に、静止型露光装置の投影光学系として、そのイメージフィールド（ウエハ側）が、スキャン露光装置における一つのショット領域がほぼ内接するような直径の円形であるものを用いれば良い。すなわち、スキャン露光装置における一つの区画領域が（ $a\text{ mm} \times b\text{ mm}$ ）の矩形である場合、静止型露光装置の投影光学系としては、そのイメージフィールドが、直径 $D \equiv (a^2 + b^2)^{1/2}$ の円形のものを用いれば良い。

#### 【0142】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項1～7に記載の各発明によれば、スキヤニング・ステッパなどのスキャン露光装置とのミックス・アンド・マッチを行う際に、そのスキャン露光装置の能力を最大限に発揮させることができるとともに、重ね合せに際して残留誤差の発生を効果的に抑制できる静止型の露光装置を提供することができる。

#### 【0143】

また、請求項8又は9に記載の発明によれば、ミックス・アンド・マッチを行う場合等に際して、スキャン露光装置、静止型露光装置のいずれでも使用することが可能なマスクを提供することができる。

#### 【0144】

また、請求項9～16に記載の各発明によれば、第1物体のパターンが投影光学系により投影される第2物体上の投影領域が、一部が欠けているような形状で

あっても、その第2物体の投影光学系の光軸方向に関する位置ずれを速やかに調整することができる面位置調整装置を提供することができる。

【0145】

また、請求項17～19に記載の各発明によれば、基板上の区画領域の配置の決定や、区画領域の順番の決定（選択）の際の自由度を向上させることができる露光装置を提供することができる。

【0146】

また、請求項20に記載の発明に係るデバイス製造方法によれば、高精度化、高スループット化の少なくとも一方によりデバイスの生産性の向上に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

一実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】

図1の照明ユニット部分の詳細を示す図である。

【図3】

図1のレチクルRをパターン面側（図1における下面側）から見て示す図（平面図）である。

【図4】

図1のウエハホルダを示す平面図である。

【図5】

図1の焦点位置検出系の詳細構成をステージ装置とともに示す図である。

【図6】

図6（A）は、パターン形成板の一例を示す平面図、図6（B）は、図6（A）のパターン形成板に対応するウエハ表面上におけるパターン像の配置を示す図、図6（C）は、図6（A）のパターン形成板に対応する受光器を示す図である。

【図7】

図7（A）は、ウエハ上に形成されるショット領域の配置の一例を示す図、図

7 (B) は、ウエハ上に形成されるショット領域の配置の他の例を示す図である。

【図 8】

図 8 (A) は、パターン形成板の変形例を示す平面図、図 8 (B) は、図 8 (A) のパターン形成板に対応するウエハ表面上におけるパターン像の配置を示す図、図 8 (C) は、図 8 (A) のパターン形成板に対応する受光器を示す図である。

【図 9】

本実施形態の露光装置 1 0 を用いて、スキャン露光装置とのミックス・アンド・マッチを行う場合の例を説明するための図である。

【図 1 0】

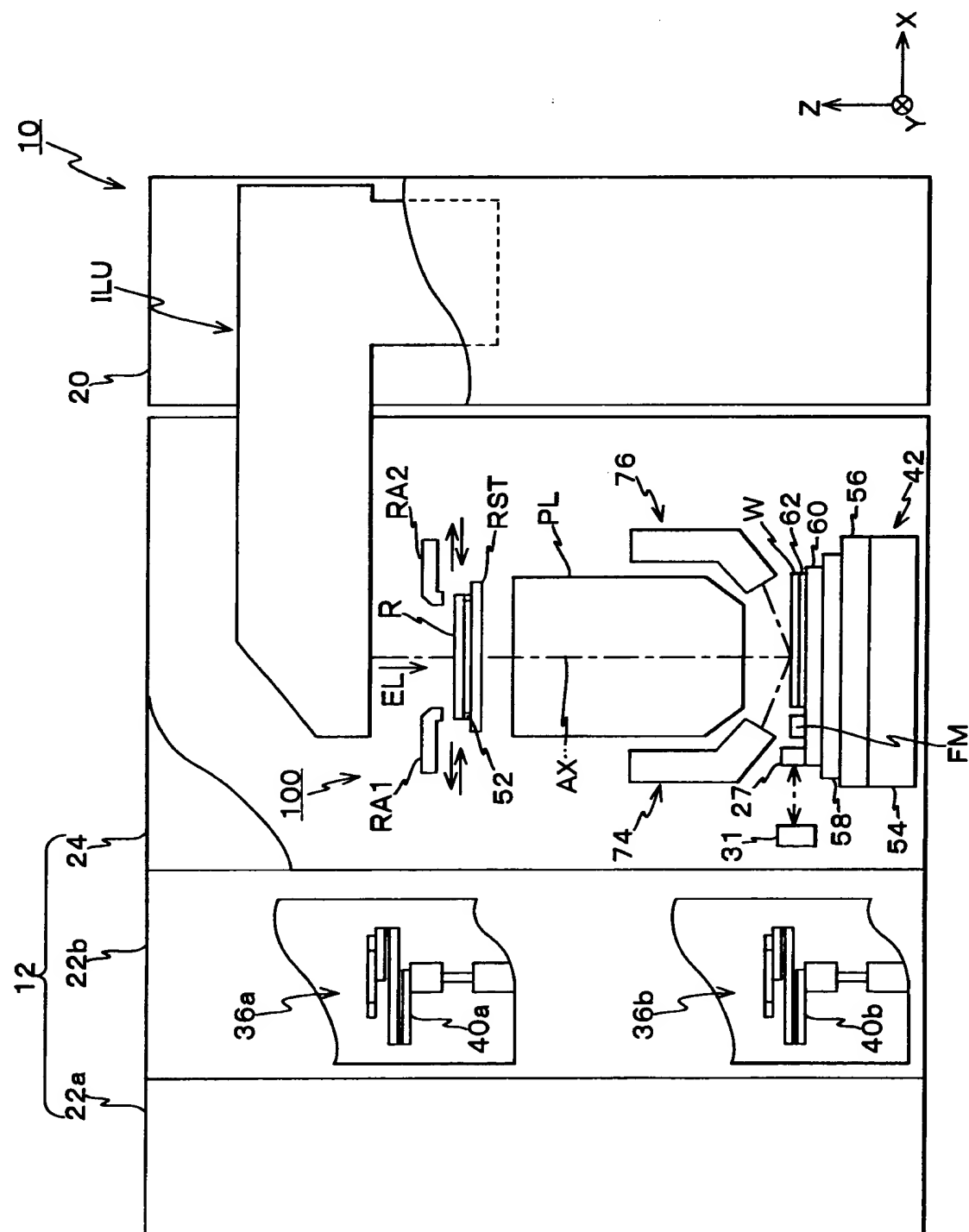
Z 追従用のスリット像 (第 2 照射点) の好適な配置範囲を説明するための図である。

【符号の説明】

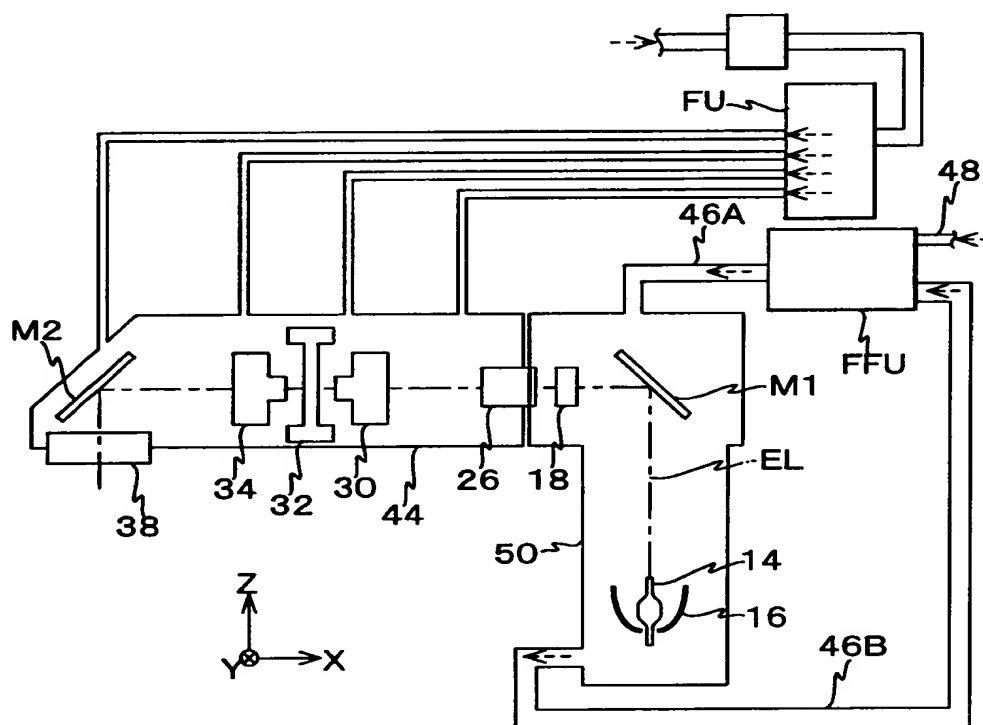
1 0 …露光装置、2 1 …ウエハ駆動装置 (面位置調整装置の一部)、2 8 …主制御装置 (制御装置、面位置調整装置の一部)、6 0 …基板テーブル (ステージ、面位置調整装置の一部)、7 4 …照射系 (面位置調整装置の一部)、7 6 …受光系 (面位置調整装置の一部)、D 1 1 ~ D 5 5 …フォトセンサ (第 1 受光センサ)、D 6 0, D 7 0, D 8 0, D 9 0 …トラッキングセンサ (第 2 受光センサ)、D 6 0 0, D 7 0 0, D 8 0 0, D 9 0 0 …トラッキングセンサ (第 2 受光センサ)、S 1 1 ~ S 5 5 …スリット像 (第 1 照射点)、S 6 0, S 7 0, S 8 0, S 9 0 …スリット像 (第 2 照射点)、W …ウエハ (基板、第 2 物体)、R …レチクル (マスク、第 1 物体)、P L …投影光学系。

【書類名】 図面

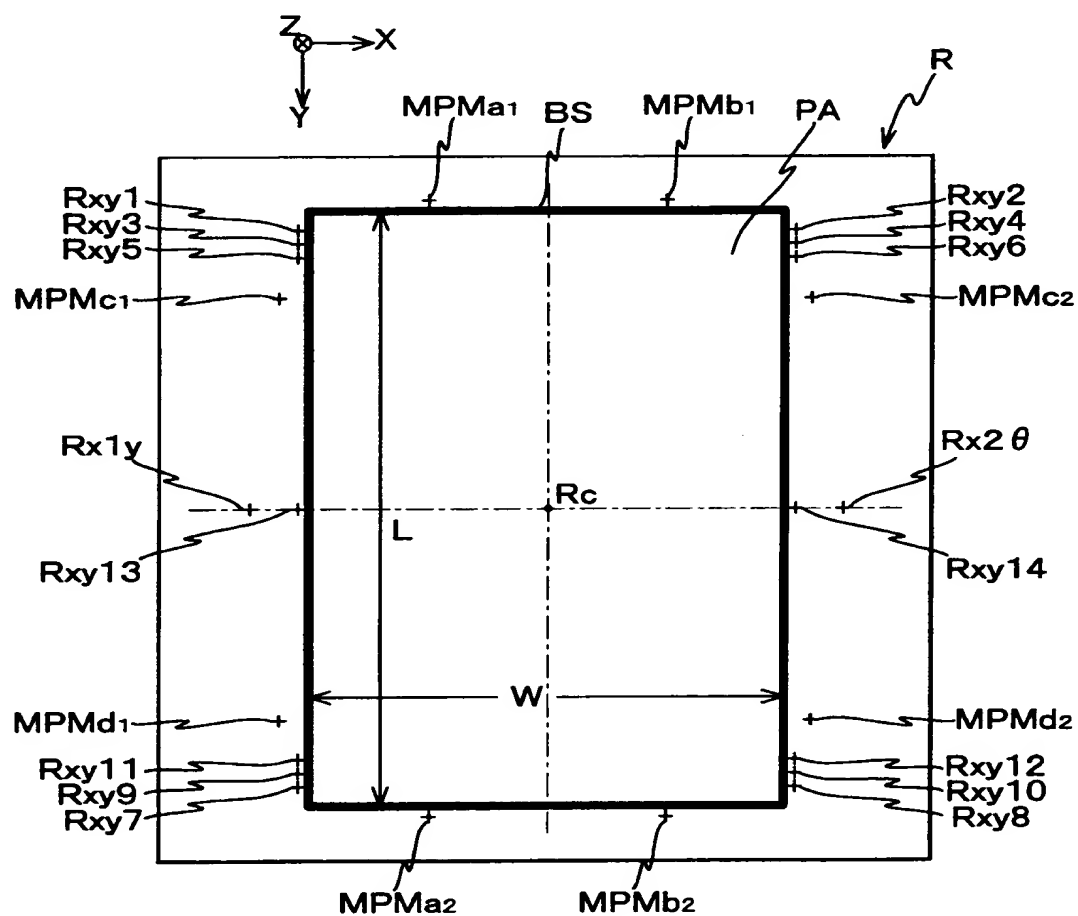
【図 1】



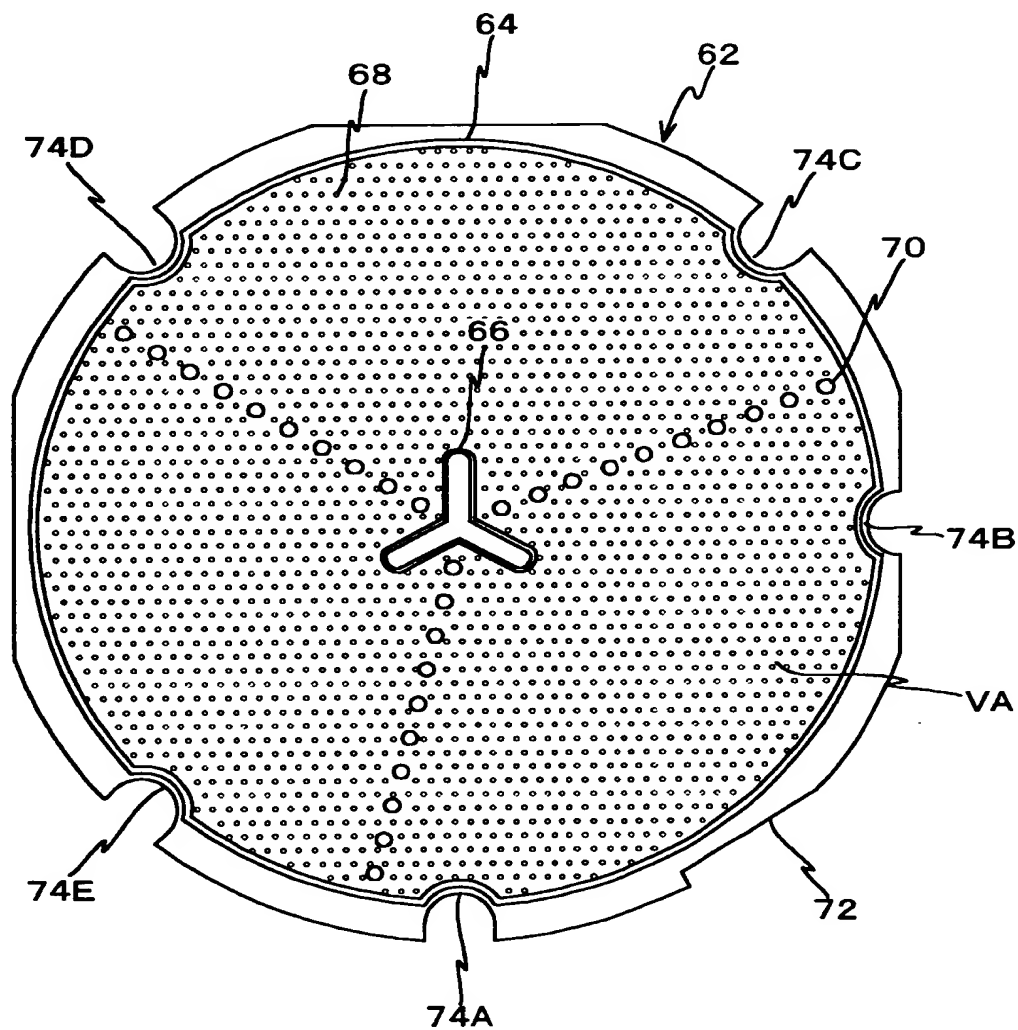
【図 2】



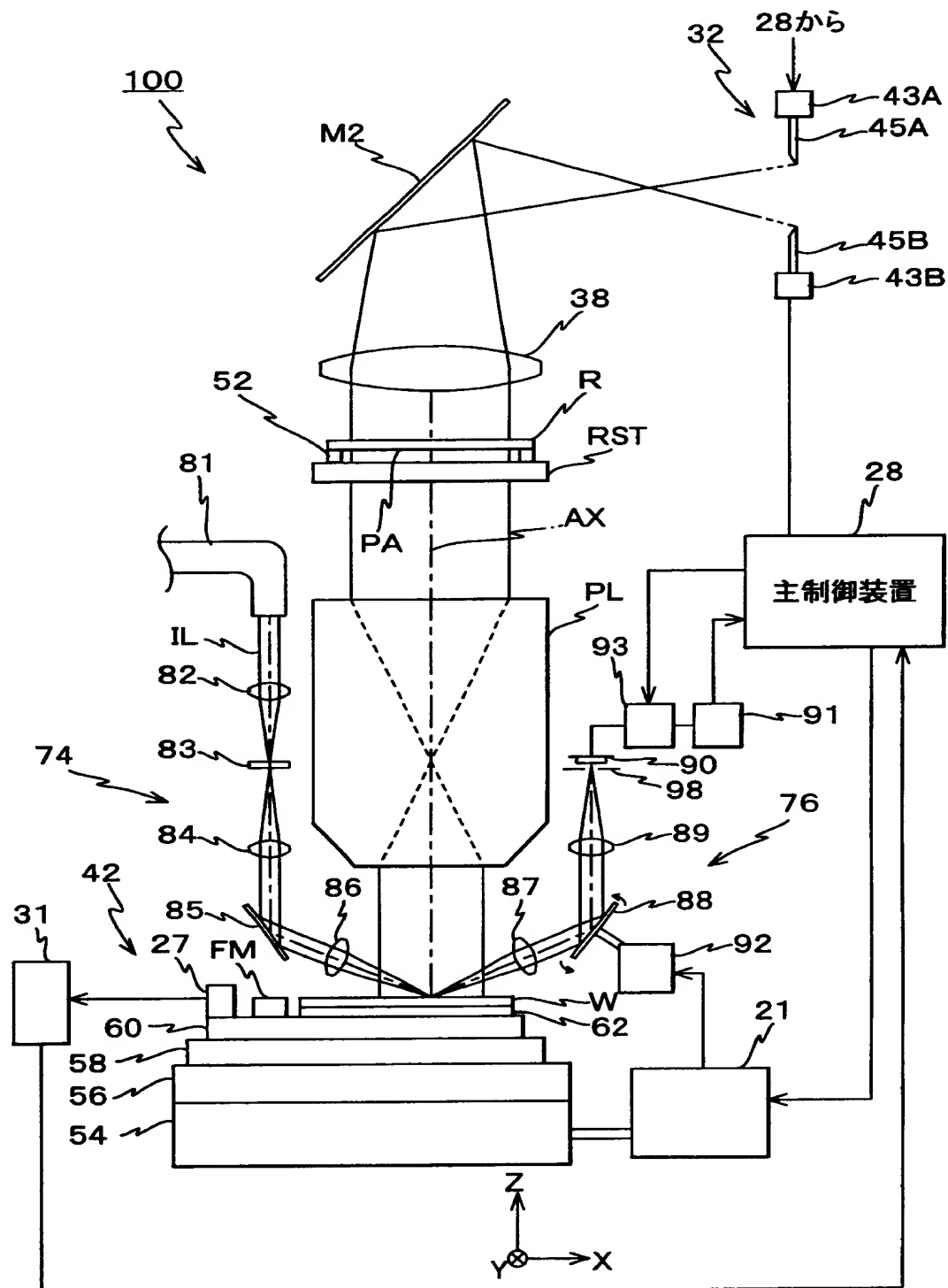
【図 3】



【図 4】

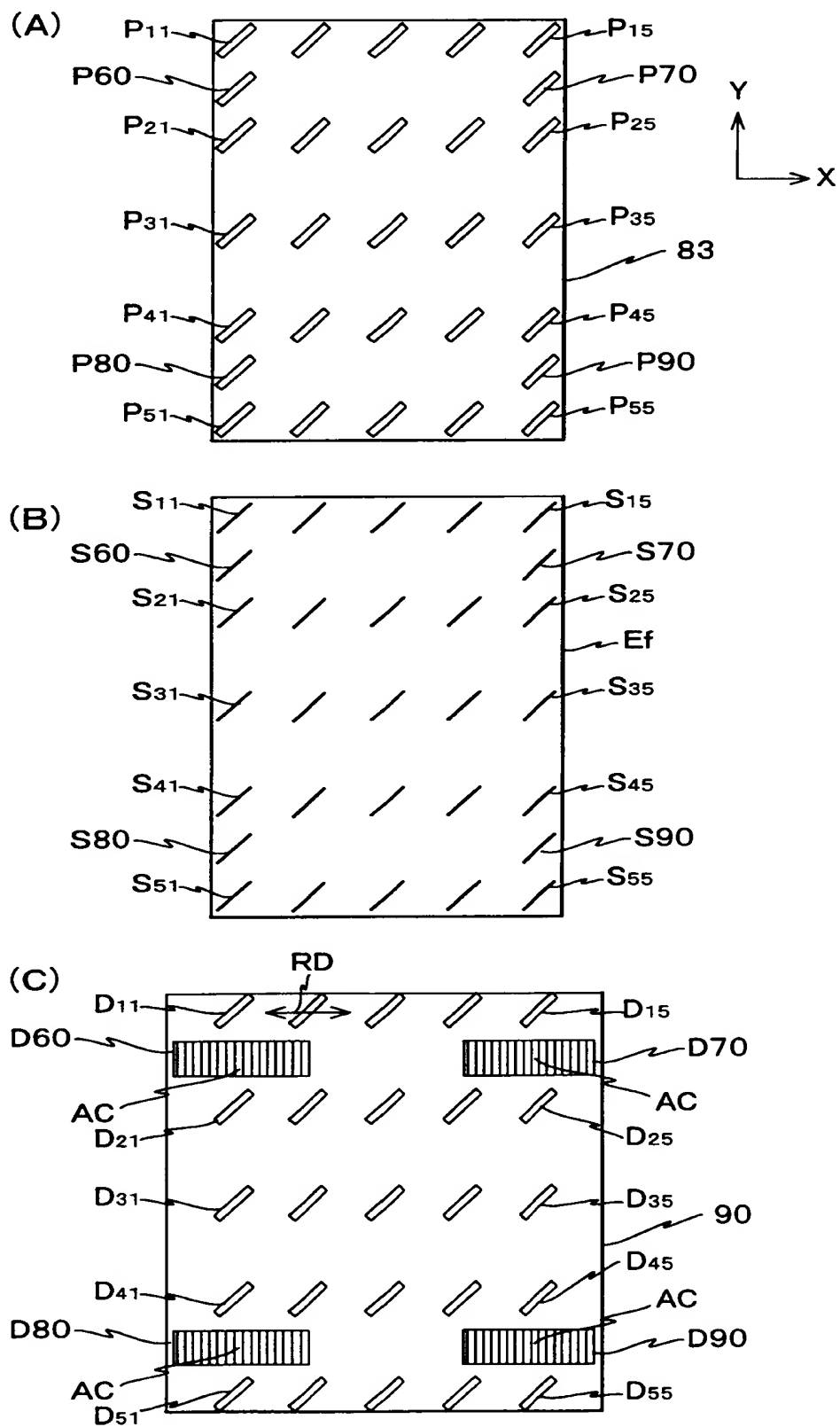


【図5】

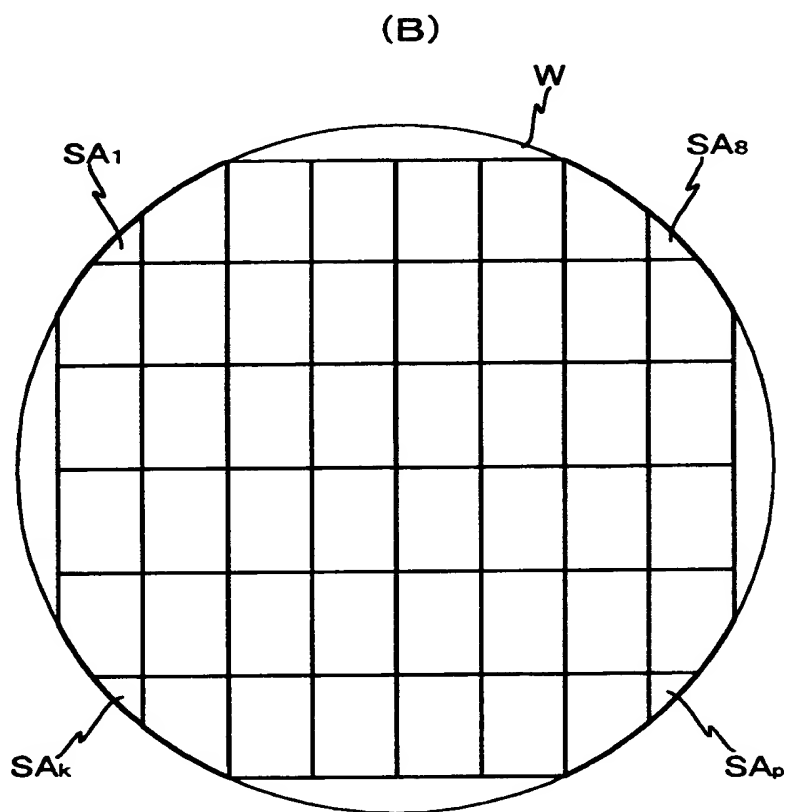
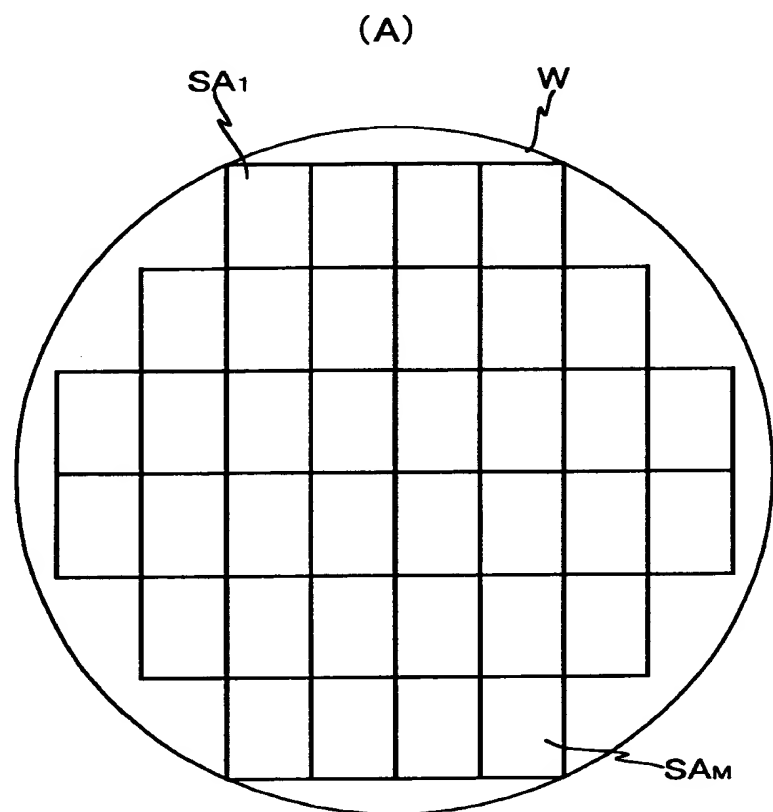




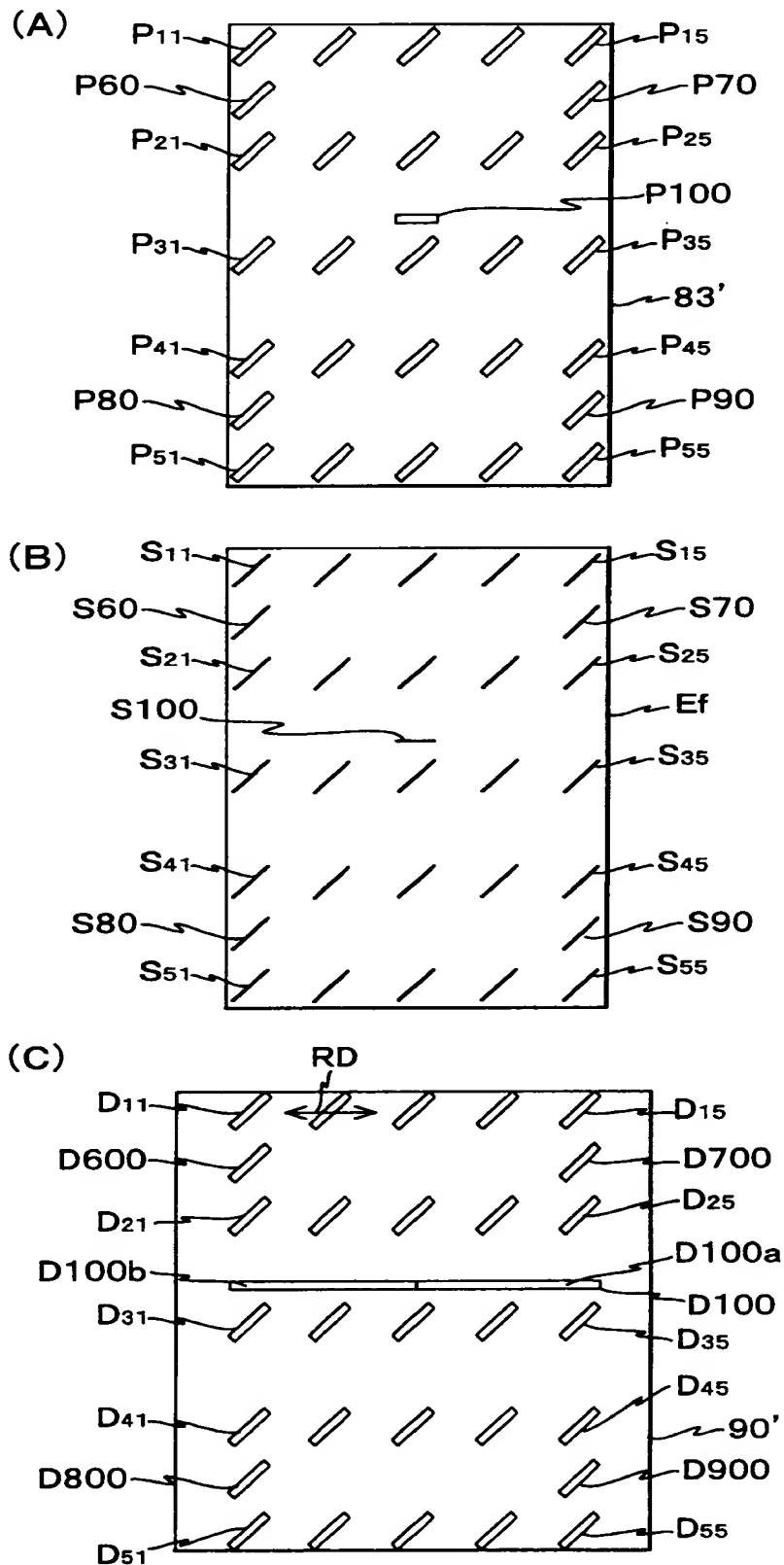
【図 6】



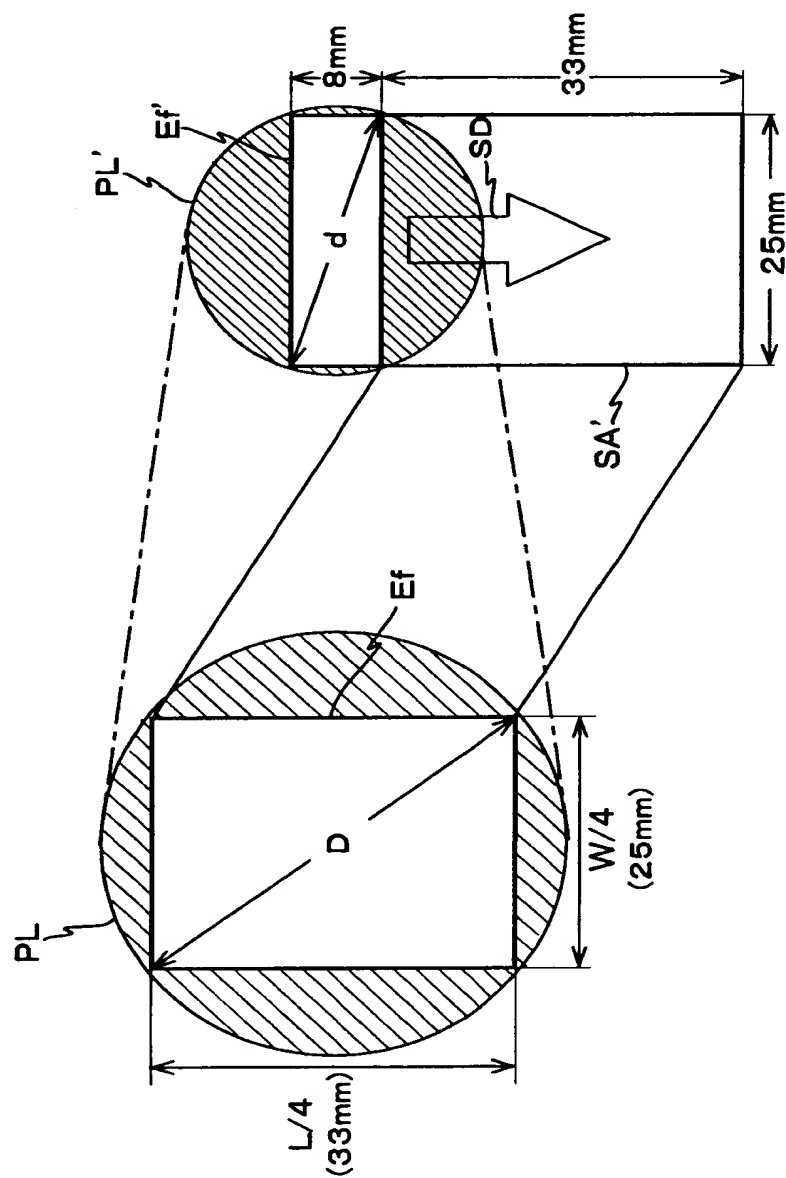
【図 7】



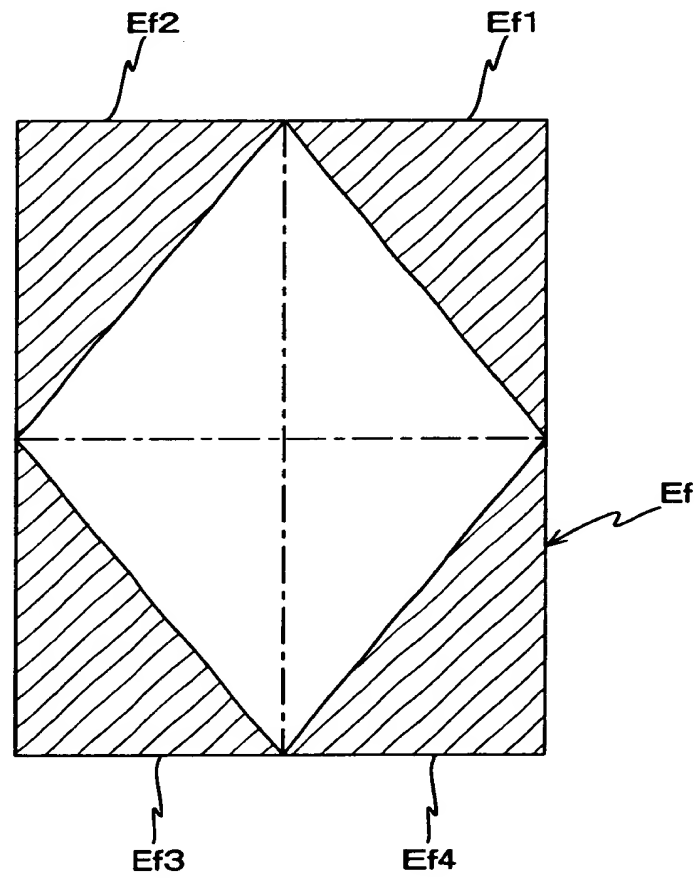
【図8】



【図9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スキャン露光装置とのミックス・アンド・マッチを行う際に、そのスキャン露光装置の能力を最大限に発揮させ、かつ重ね合せの際の残留誤差を効果的に抑制する静止型露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置 1 0 は、スキャン露光装置におけるウエハ上の 1 つのショット領域を、静止露光により一括して露光可能なイメージフィールドを有する投影光学系 P L を備えている。このため、ミックス・アンド・マッチを行う際に、スキャン露光装置で 1 度に露光が可能なショット領域を一度に露光することができる。従って、スキャン露光装置の最大露光可能範囲をショット領域とした 1 i n 1 露光が可能となる。また、両方の露光装置のショット中心が一緒なので重ね合せによるショット回転、ショット倍率等の残留誤差を極力抑制することが可能となる。

【選択図】 図 1

特 2000-207055

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-207055
受付番号	50000859138
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年 7月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 7月 7日
-------	-------------

次頁無